

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»
ЧФ «Халық»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
«Halyk» Private Foundation

**SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY**

2 (350)

APRIL – JUNE 2024

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в *Astana IT University*, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «*USTEM Robotics*» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «*Almaty Digital Ustaz*».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и Wos и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,
Благотворительный Фонд «Халык»!**

БАС РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

МАМЫРБАЕВ Өркен Жұмажанұлы, ақпараттық жүйелер мамандығы бойынша философия докторы (Ph.D), ҚР БҒМ Ғылым комитеті «Ақпараттық және есептеуші технологиялар институты» РМК жауапты хатшысы (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Сатпаев университетінің Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, (Алматы, Қазақстан), **Н=3**

ВОЙЧИК Вальдемар, техника ғылымдарының докторы (физика), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша), **Н=23**

БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=10**

QUEVEDO Nemando, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), **Н=28**

ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), **Н=5**

РАМАЗАНОВ Тілекқабұл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан), **Н=26**

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), **Н=42**

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=10**

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=12**

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), Нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), **Н=26**

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген **№ 16906-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *физика және ақпараттық коммуникациялық технологиялар сериясы*. Қазіргі уақытта: *«ақпараттық технологиялар» бағыты бойынша ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған журналдар тізіміне енді.*

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

Редакцияның мекен-жайы: *050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19*
http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Галимжаир Мутанович, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК (Алматы, Казахстан), **Н=5**

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

МАМЫРБАЕВ Оркен Жумажанович, доктор философии (PhD) по специальности Информационные системы, ответственный секретарь РГП «Института информационных и вычислительных технологий» Комитета науки МОН РК (Алматы, Казахстан), **Н=5**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), **Н=7**

БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, Университет Сагпаева (Алматы, Казахстан), **Н=3**

ВОЙЧИК Вальдемар, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша), **Н=23**

БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=10**

QUEVEDO Hemando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), **Н=28**

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=7**

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), **Н=5**

РАМАЗАНОВ Тлексабул Сабитович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, проректор по научно-инновационной деятельности, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=26**

ТАКИБАЕВ Нурғали Жабағевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=5**

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), **Н=42**

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), **Н=10**

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=12**

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), **Н=26**

«Известия НАН РК. Серия физика и информатики».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: *Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).*

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан **№ 16906-Ж** выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *серия физика и информационные коммуникационные технологии.* В настоящее время: *вошел в список журналов, рекомендованных ККСОН МОН РК по направлению «информационные коммуникационные технологии».*

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

Адрес редакции: *050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

EDITOR IN CHIEF:

MUTANOV Galimkair Mutanovich, doctor of technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, acting director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

MAMYRBAYEV Orken Zhumazhanovich, Ph.D. in the specialty "Information systems, executive secretary of the RSE "Institute of Information and Computational Technologies", Committee of Science MES RK (Almaty, Kazakhstan) **H=5**

EDITORIAL BOARD:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), **H=7**

BAYGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabayevich, doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Institute of Cybernetics and Information Technologies, Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), **H=3**

WOICIK Waldemar, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, Lublin University of Technology (Lublin, Poland), **H=23**

BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=10**

QUEVEDO Hemando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), **H=28**

ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=7**

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), **H=5**

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Vice-Rector for Scientific and Innovative Activity, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=26**

TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

TIGHINEANU Ion Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), **H=42**

KHARIN Stanislav Nikolayevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), **H=10**

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=12**

CALANDRA Pietro, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), **H=26**

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

Series of physics and informatics.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan **No. 16906-ЖК**, issued 14.02.2018
Thematic scope: *series physics and information technology.*

Currently: *included in the list of journals recommended by the CCSES MES RK in the direction of «information and communication technologies».*

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

Editorial address: *28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 7–29
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.263>

© **N. Abdrazakuly^{1*}, L. Cherikbayeva¹, N. Mukazhanov², Zh. Alibiyeva², 2024**

¹Al-Farabi Kazakh National University;

²KazNITU named after K.I. Satbayev.

E-mail: nura2242@mail.ru

CREATING AN EFFECTIVE IMAGE PROCESSING ALGORITHM BASED ON AN ENSEMBLE APPROACH

Abdrazakuly Nurassyl — Master's student, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: nura2242@mail.ru. ORCID ID: 0009-0000-8280-1503;

Cherikbayeva Lyailya — PhD, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan
E-mail: cherikbayeva.lyailya@gmail.com. ORCID ID: 0000-0001-8948-4205;

Mukazhanov Nurzhan — PhD, KazNITU named after K.I.Satbayev, Almaty, Kazakhstan
E-mail: mukazhanovn@gmail.com. ORCID ID: 0000-0003-4835-5751;

Alibiyeva Zhibek — PhD, KazNRTU named after K.I.Satbayev, Almaty, Kazakhstan
E-mail: alibieva_j@mail.ru. ORCID ID: 0000-0001-9565-5621.

Abstract. The World Health Organization reports that over 17 million people die annually worldwide from circulatory system diseases, with half of these deaths caused by coronary artery disease and stroke. Projections indicate that if current trends persist, the annual death toll from these diseases could reach 25 million by 2024. Stroke is a structurally complex disease based on various pathogenetic mechanisms. Given the multicomponent nature of this pathology, as well as its complex structure, the medical community has developed various assessment algorithms based on the recognition of various symptoms. Determining the effectiveness of these algorithms is recognized as the most important. Incorrect symptoms appear as a result of inaccuracies made by the radiologist in the process of manual annotation of CT images. Helps the patient to prevent errors that occur during diagnosis. The convolutional neural network (CNN) is used to perform image classification in a collection of brain stroke data. Since the data set is small, the training of the entire neural network does not give good results, so for more accurate results, Model Learning uses the concept of transfer learning. Transfer learning is a technique in which a model of a particular task is used as a starting point for another task. In particular, for the problem posed in the work, the Inception v3 model with Imagenet scales is used. When using machine learning, a data set with computed tomographic images of 2,515 normal and stroke-affected areas of the brain was obtained. The task of the created neural network is to classify a given image, that is, to determine whether it is normal or damaged. Using this algorithm, the accuracy increased from 65 percent to 99.2 percent, and the cost decreased from 7.532 percent to 0.756 percent. Key indicators: 99.6 % accuracy, 99.2 % review, F1-the price was 99.1 %.

Keywords: CT Images, CNN, Deep learning, Medical imaging, Stroke detection, ResNet-50, Segmentation, VGG-19

© Н. Абдразақұлы^{1*}, Л. Черикбаева¹, Н. Мукажанов², Ж. Алибиева², 2024

¹Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті;

² Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті.

E-mail: nura2242@mail.ru

АНСАМБЛЬДІК ТӘСІЛ НЕГІЗІНДЕ КЕСКІНДІ ӨНДЕУДІҢ ТИІМДІ АЛГОРИТМІН ҚҰРУ

Абдразақұлы Нұрасыл — магистрант, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: nura2242@mail.ru. ORCID ID: 0009-0000-8280-1503;

Черикбаева Ляйля Шариповна — PhD, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: cherikbayeva.lyailya@gmail.com. ORCID ID: 0000-0001-8948-4205;

Мукажанов Нуржан Какенович — PhD, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: mukazhanovn@gmail.com. ORCID ID: 0000-0003-4835-5751;

Алибиева Жибек Мейрамбековна — PhD, Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: alibieva_j@mail.ru. ORCID ID: 0000-0001-9565-5621.

Аннотация. Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының мәліметі бойынша, әлемде жыл сайын 17 миллионнан астам адам қан айналымы жүйесінің ауруларынан қайтыс болады, олардың жартысы коронарлық артерия ауруы мен ми инсультінен қайтыс болады. Болжамдық бағалаулар қазіргі өсу қарқынын сақтай отырып, қан айналымы жүйесі ауруларынан болатын өлім-жітім 2024 жылға қарай дүние жүзінде жылына 25 миллион адамға жетуі мүмкін екенін көрсетеді. Инсульт-бұл әртүрлі патогенетикалық механизмдерге негізделген құрылымдық күрделі ауру. Бұл патологияның көп компоненттілігін, сондай-ақ оның күрделі құрылымын ескере отырып, медициналық қауымдастық әртүрлі белгілерді тануға негізделген әртүрлі бағалау алгоритмдерін әзірледі. Бұл алгоритмдердің тиімділігін анықтау ең маңызды деп танылды. Қате белгілер КТ кескіндерін қолмен аннотациялау процесінде рентгенолог жасаған дәлсіздіктер нәтижесінде пайда болады. Науқасқа диагноз кезінде пайда болатын қателіктердің алдын алуға көмектеседі. Конволюциялық нейрондық желі (CNN) мидың инсульт деректері жинағында кескіндерді классификациялауды орындау үшін қолданылады. Деректер жиынтығы аз болғандықтан, бүкіл нейрондық желіні оқыту жақсы нәтиже бермейді, сондықтан дәлірек нәтиже алу үшін модельдік оқыту трансферлік оқыту тұжырымдамасын қолданады. Трансферлік оқыту-бұл белгілі бір тапсырманың моделі басқа тапсырманың бастапқы нүктесі ретінде қолданылатын әдіс. Атап айтқанда, жұмыста қойылған мәселе үшін Imagenet шкалалары бар Inception v3 моделі қолданылады. Машиналық оқытуды пайдалану кезінде мидың 2515 қалып-

ты және инсульттан зардап шеккен аймақтарының компьютерлік томографиялық суреттері бар деректер жинағы алынды. Құрылған нейрондық желінің міндеті-берілген кескінді классификациялау, яғни оның қалыпты немесе зақымдалған екенін анықтау. Осы алгоритмді қолдана отырып, дәлдік 65 пайыздан 99,2 пайызға дейін өсті, ал шығындар 7,532 пайыздан 0,756 пайызға дейін төмендеді. Негізгі көрсеткіштер: 99,6 % дәлдік, 99,2 % шолу, F1-баға 99,1 % болды.

Түйін сөздер: CT Images, CNN, Deep learning, Medical imaging, Stroke detection, ResNet-50, Segmentation, VGG-19

© Н. Абдразақұлы^{1*}, Л. Черикбаева¹, Н. Мукажанов², Ж. Алибиева², 2024

¹Қазақский национальный университет им. аль-Фараби;

²КазНИТУ им. К.И. Сатпаева.

E-mail: nura2242@mail.ru

СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ АНСАМБЛЕВОГО ПОДХОДА

Абдразақұлы Нұрасыл — Қазақский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Қазақстан
E-mail: nura2242@mail.ru. ORCID ID: 0009-0000-8280-1503;

Черикбаева Ляйля Шариповна — PhD, Қазақский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Қазақстан

E-mail: cherikbayeva.lyailya@gmail.com. ORCID ID: 0000-0001-8948-4205;

Мукажанов Нуржан Какенович — PhD, КазНИТУ им. К.И. Сатпаева, Алматы, Қазақстан

E-mail: mukazhanovn@gmail.com. ORCID ID: 0000-0003-4835-5751;

Алибиева Жибек Мейрамбековна — PhD, КазНИТУ им.К.И.Сатпаева, Алматы, Қазақстан

E-mail: alibieva_j@mail.ru. ORCID ID: 0000-0001-9565-5621.

Аннотация. По данным Всемирной организации здравоохранения, более 17 миллионов человек во всем мире ежегодно умирают от болезней системы кровообращения, половина из них умирает от ишемической болезни сердца и инсульта головного мозга. Прогнозные оценки показывают, что, сохраняя текущие темпы роста, смертность от заболеваний системы кровообращения к 2024 году может достигать 25 миллионов человек в год во всем мире. Инсульт — это структурно сложное заболевание, основанное на различных патогенетических механизмах. Учитывая многокомпонентность этой патологии, а также ее сложную структуру, медицинское сообщество разработало различные алгоритмы оценки, основанные на распознавании различных симптомов. Определение эффективности этих алгоритмов было признано наиболее важным. Неправильные симптомы возникают в результате неточностей, сделанных радиологом в процессе ручной аннотации изображений компьютерной томографии. Помогает пациенту предотвратить ошибки, возникающие при постановке диагноза. Сверточная нейронная сеть (CNN) используется для классификации изображений в наборе данных об инсульте мозга. Поскольку набор данных невелик, обучение всей нейронной сети не дает хороших результатов, поэтому для получения более точных результатов модельное обучение использует концепцию трансферного обучения. Трансферное

обучение — это метод, при котором модель конкретной задачи используется в качестве отправной точки для другой задачи. В частности, для поставленной задачи в работе используется модель Inception v3 со шкалами Imagenet. При использовании машинного обучения был получен набор данных с компьютерными томографическими изображениями 2515 нормальных и пораженных инсультом областей мозга. Задача созданной нейронной сети-классифицировать данное изображение, то есть определить, является ли оно нормальным или поврежденным. Используя этот алгоритм, точность увеличилась с 65 процентов до 99,2 процента, а затраты снизились с 7, 532 процентов до 0, 756 процентов. Ключевые показатели: точность 99,6 %, обзор 99,2 %, оценка F1 составила 99,1 %.

Ключевые слова: компьютерная томография, CNN, глубокое обучение, медицинская визуализация, обнаружение инсульта, ResNet-50, Сегментация, VGG-19

Кіріспе

Компьютерлік көру және машиналық оқыту саласындағы жетістіктер кескінді классификациялау міндеттерін айтарлықтай жақсартуға жол ашты. Бұл технологиялар дамып келе жатқандықтан, зерттеушілер мұндай тапсырмалардың дәлдігі мен сенімділігін арттырудың инновациялық тәсілдерін іздейді. Бұл тұрғыда ұжымдық оқыту тұжырымдамасы көптеген жеке модельдердің күшті жақтарынан пайда табудың, олардың әлсіз жақтарын жұмсартудың және сайып келгенде, жоғары өнімділікке қол жеткізудің қуатты стратегиясы ретінде пайда болды.

Бұл зерттеу компьютерлік көрудің маңызды мәселесі кескіндерді дәл классификациялау есебін шешу үшін VGG-19, CNN және ResNet-50 нейрондық желілерінің үлгілерін қамтитын ансамбльді пайдалануды қарастырады. Мұнда ансамбльді құруда әр модельдің айрықша қасиеттерін пайдалану, олардың кескіндерді классификациялаудың дәл және сенімді нәтижелерін алу үшін әр түрлі мүмкіндіктерін пайдалану болды (Dobshik et al., 2021).

Бұл зерттеудің мақсаты ансамбль ішіндегі модельдерді синергетикалық интеграциялау арқылы осы атрибуттарды пайдалану болды. Жеке модельдердің болжамдарын мұқият түзету және біріктіру арқылы классификациялау дәлдігін айтарлықтай жақсартуға қол жеткізілді. Ансамбльдік тәсіл кескіндерді классификациялаудың әртүрлі мүмкіндіктерін ашты, осылайша неғұрлым дәл шешімдер қабылдауға мүмкіндік берді.

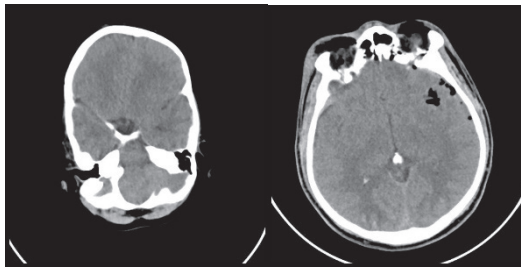
Алгоритмдер ансамблін пайдалану үшін CNN, VGG-19 және ResNet-50 әртүрлі архитектуралық сызбаларына сәйкес мұқият таңдалған әрбір жеке нейрондық желі үшін дискретті модельдерді бастапқы құрудың негізгі кезеңдерінің тізбегін қамтыды. Кейіннен бұл модельдер әр желінің оқу ерекшеліктерін ескере отырып жетілдірілді. Содан кейін әр модель арқылы сынақ деректерін өткізу арқылы болжамдар жасалды, бұл болжамдардың толық жиынтығын берді. Негізгі кезең дауыс беру механизмі арқылы орындалған осы болжамдарды біріктіруді қамтыды. Дауыс беру механизмі барлық үш модельдің болжамдарын біріктіру үшін қарапайым көпшілік принципін қолданды. Модельдер арасында ең көп дауыс жинаған класс ансамбльдің консенсус болжамы ретінде таңдалды (Dong et al., 2014: 295–307).



1-сурет. Датасет иерархиясы

Әдістер мен материалдар

Зерттеу жұмысында кескіндерді өңдеудің оңтайлы ансамбльдік алгоритмдерін зерттеу жұмысы жүргізілді және Бангладеш Республикасының Ұлттық зерттеу ауруханасындағы өткізілген диагностикалар нәтижесінде алынған компьютерлік томографиямен сынау барысында жасалынған датасет қолданылды. Датасетте 2501 қайталанбайтын мидың томографиялық кескіндері алынған. Кескіндер оқыту, тестілеу, валидация бумаларына бөлінді (1-сурет). Әр бума ішінде инсультке шалдықпаған ми кескіндері мен инсульт анықталған ми кескіндері салынған.



2-сурет. Инсультке ұшыраған және сау мидің компьютерлік томографиялық кескіндері

Датасет: Компьютерлік томография кескіндері (Rahman, 2021)

Деректердің өлшемі: Датасет 2501 кескіннен тұрады. Оның 1551-і сау ми, 950-і инсультке ұшыраған ми кескіндері (2-сурет). Дереккөз салмағы 70 МБайтты құрайды.

Деректер түрі: барлық кескіндер .jpg форматында ұсынылған.

Мақсатты айнымалы: мақсатты айнымалы ми кескінінің 2 түрінің кластарымен ұсынылған: сау ми кескіндері, инсультті ми кескіндері

Деректерді алдын-ала өңдеу: Бұл деректер жиынтығында деректерді алдын-ала өңдеу қажет емес, өйткені барлық кескіндерде суреттік және жетіспейтін мәндер жоқ.

Оқыту, тексеру және сынақ үлгілеріне бөлу: dataset оқыту үлгісіне (жалпы көлемнің 74 %), тексеру үлгісіне (17 %) және сынақ үлгісіне (9 %) бөлінді (3-сурет).

Деректер мәселелері: деректер жиынында жетіспейтін мәндер немесе шығарындылар сияқты деректер мәселелері табылмады.

Датасетке сілтеме: <https://www.kaggle.com/datasets/afriDIRahman/brain-stroke-ct-image-dataset>

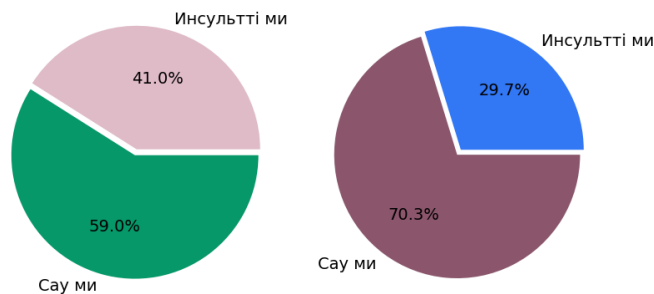
Датасет стандарты: Датасет халықаралық DICOM стандарты бойынша жасалған. Медицинадағы цифрлық бейнелеу және коммуникация (DICOM)

— сандық медициналық кескіндерді бөлісуге, сақтауға және беруге қатысты халықаралық стандарт. Бұл формат пайда болғанға дейін медициналық суреттерді берудің стандартталған әдісі болған жоқ. Ал 16 биттік DICOM кескіндері (-32768 және 32767 диапазонындағы мәндермен), сұр кескіндегі басқа 8 биттік кескіндер 0-ден 255-ке дейінгі мәндерді сақтайды.

DICOM стандартын электрондық жабдық өндірушілерінің Ұлттық қауымдастығы (National Electrical Manufacturers Association) әзірледі. Стандарт шеңберінде кескіннің жеке кадрларын, кадрлар сериясын, пациент туралы ақпаратты, зерттеуді, жабдықты, мекемелерді, тексеруді жүргізетін медициналық персоналды және сол сияқтыларды құру, сақтау, беру және басып шығару функциялары қамтылады (Караев, 2019).

DICOM стандартымен екі ақпараттық деңгей анықталды:

- файл деңгейі-DICOM File (DICOM файлы)-кескін жақтауын (немесе кадрлар сериясын) және ілеспе немесе басқару ақпаратын көрсетуге арналған тегтік ұйымы бар объект файлы;
- желілік (байланыс)-DICOM Network Protocols (желілік DICOM — протокол)-DICOM файлдарын және TCP/IP қолдайтын желілер арқылы DICOM басқару командаларын тасымалдауға арналған.



3-сурет. Оқыту және тестілеу бумаларындағы суреттер қатынасы

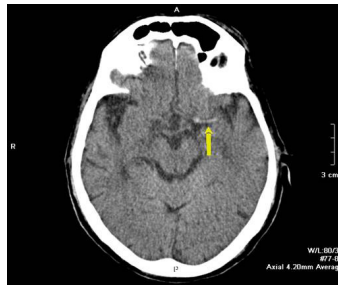
Инсультті компьютерлік томография арқылы анықтау

Инсультпен компьютерлік томография қан кетуді (геморрагиялық инсульт) инфаркттан ажыратуға және дұрыс емдеуді уақтылы бастауға мүмкіндік береді, бұл зақымдануды шектеуге және асқынулардың дамуын болдырмауға мүмкіндік береді (Krizhevsky et al., 2012).

Артерия тығыздығының жоғарылауының симптом-ишемиялық инсульттің ерте жанама белгісі. Бұл жағдайда ми артериясының жедел окклюзиясы оның кескін тығыздығының жоғарылауы түрінде көрінеді.

Көптеген авторлар жарты шар тәрізді ишемиялық инсульттің алғашқы белгілеріне сұр және ақ заттардың дифференциациясының жоғалуын және кортикальды гирустың тегістелуін жатқызады. Мидың геморрагиялық инсульті болған кезде бізде КТ – да типтік көрініс бар-ми затында ақшыл, ақ дақ түрінде тығыздығы жоғары аймақтың болуы. Инсульт нәтижесінде пайда болған ми ішілік гематомалар ми затының тереңдігінде орналасқан, ал травматикалық гематомалар периферияда орналасқан (4-сурет). Церебральды қан кету кезінде біз геморрагиялық

(5-сурет) мазмұнның қарыншалық люменге және субарахноидты кеңістіктерге жетуін жақсы бағалай аламыз.



4-сурет. Сол жақ ортаңғы артерия тығыздығының жоғарылау симптомы



5-сурет. Сұр және ақ дифференциацияның төмендеуі сол жақ кортикальды гирустың тегістігі ми жарты шары

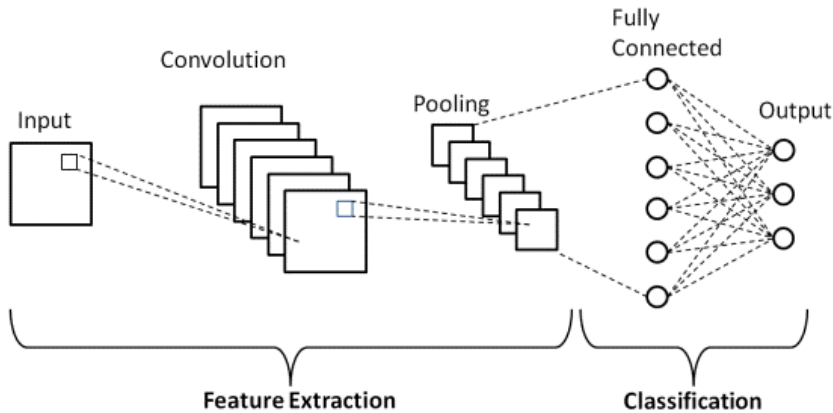
Бұл жұмыста Brain Stroke деректер жинағындағы кескіндерді классификация үшін конволюциялық нейрондық желісі (CNN) қолданылды. Дегенмен, деректер жиынтығының шағын көлеміне байланысты бүкіл нейрондық желіні оқыту қанағаттанарлық нәтиже бермейді. Шешім ретінде біз модельді оқыту және дәлірек нәтижелерге қол жеткізу үшін оқытуды тасымалдау тұжырымдамасын пайдалануды шештік (Szegedy et al., 2015).

Бұл модель ImageNet деректер жинағындағы көптеген суреттермен оқытылды. Осы модельді қолдана отырып және оны Brain Stroke деректер жиынтығына бейімдей отырып, біз модельді нөлден үйреткеннен гөрі әлдеқайда дәл нәтижелерге қол жеткіздік.

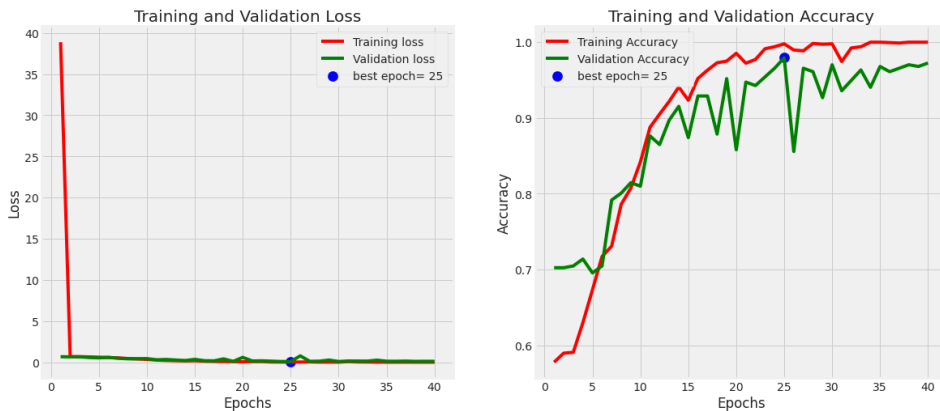
Нәтижесінде, бастапқы нүкте ретінде imagenet таразысы бар оқытуды тасымалдау және inceptionv3 үлгісін пайдалана отырып, Brain Stroke деректер жинағындағы кескіндерді классификация үшін жоғары дәлдіктегі үлгіні үйрете алдық. Бұл тәсіл бізге уақыт пен есептеу ресурстарын үнемдеп қана қоймай, басқаша алуға қарағанда дәлірек нәтижелерге әкелді. Терең оқытуда конволюциялық нейрондық желі (CNN) визуалды кескіндерді талдау үшін жиі қолданылатын жасанды нейрондық желілер класы болып табылады (Litjens et al., 2017). CNN олардың қабаттарының кем дегенде бірінде әдеттегі матрицалық көбейтудің орнына конволюция деп аталатын математикалық операцияны қолданады (6-сурет). Олар пиксельдік деректерді өңдеу үшін арнайы жасалған және кескіндерді тану мен өңдеуде қолданылады. Олар кескін мен бейнені тануда, ұсыныс жүйелерінде,

кескінді классификацияда, кескінді сегментациялауда, медициналық кескінді талдауда қолданылады, табиғи тілді өңдеу, ми-компьютер интерфейстері, және қаржылық уақыт қатарлары (Cheng & Zhou, 2020).

Конволюциялық нейрондық желілерді қолданатын инсульт классификациясы медициналық кескіндерді талдауда терең оқытудың кең таралған қолданылуы болып табылады (7-сурет). CNN-бұл суреттердегі заңдылықтарды анықтауда әсіресе тиімді болатын нейрондық желілердің бір түрі, бұл оларды анықтау сияқты тапсырмаларға өте қолайлы етеді (Ravindaran et al., 2023).



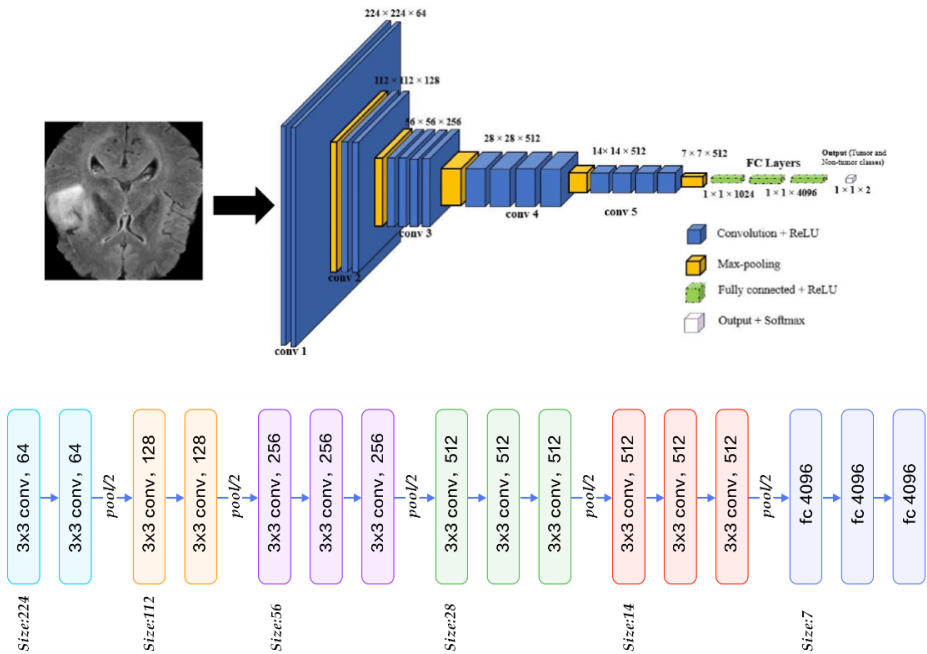
6-сурет. Конволюциялық нейрондық желінің архитектурасы



7-сурет. CNN нейрондық желісін оқыту барысы

VGG толық атауы — Оксфорд университетінің ғылым және инженерия бөліміне жататын визуалды геометрия тобы. Компания VGG16-дан VGG19-ға дейінгі бетті тану және кескінді классификация үшін қолдануға болатын VGG-ден бастап конволюциялық желілік модельдер сериясын шығарды. VGG конволюциялық желілердің тереңдігін зерттеудің бастапқы мақсаты конволюциялық желілердің тереңдігі ауқымды кескіндерді классификация және тану дәлдігіне қалай әсер ететінін түсіну болып табылады. -Deep-16 CNN желі деңгейлерінің санын көбейту және тым көп параметрлерді болдырмау үшін барлық қабаттар 3x3 шағын конволюция ядросын пайдаланады (Shaha & Pawar, 2018).

VGG кірісі 224x224 өлшемді RGB кескініне орнатылған. Орташа RGB кескіндер жиынтығындағы барлық кескіндер үшін есептеледі, содан кейін кескін VGG конволюциялық желісіне кіріс ретінде енгізіледі. 3x3 немесе 1x1 сүзгісі қолданылады және жинақтау қадамы бекітілген. . Толық қосылған 3 VGG қабаты бар, олар VGG11-ден VGG19-ға дейін, конволюциялық қабаттардың жалпы санына + толық қосылған қабаттарға байланысты болуы мүмкін. Минималды VGG11-де 8 конволюциялық қабат және 3 толық қосылған қабат бар. Максималды VGG19-да 16 конволюциялық қабат бар. + 3 толық қосылған қабат (8-сурет). Сонымен қатар, VGG желісінен кейін әр конволюциялық қабаттың артынан біріктіруші қабат немесе әртүрлі конволюциялық қабаттардың астына таралған барлығы 5 біріктіруші қабат болмайды (He et al., 2016).



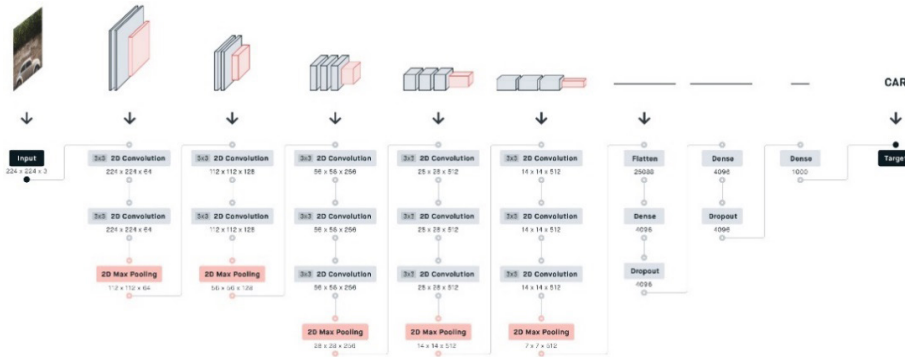
8-сурет. VGG-19 нейрондық желісінің архитектурасы

VGG16 құрамында 16 қабат, ал VGG19 құрамында 19 қабат бар. VGG сериесі соңғы үш толық біріктірілген қабатта дәл солай. Жалпы құрылымға 5 конволюциялық қабаттар жиынтығы, содан кейін MaxPool кіреді.

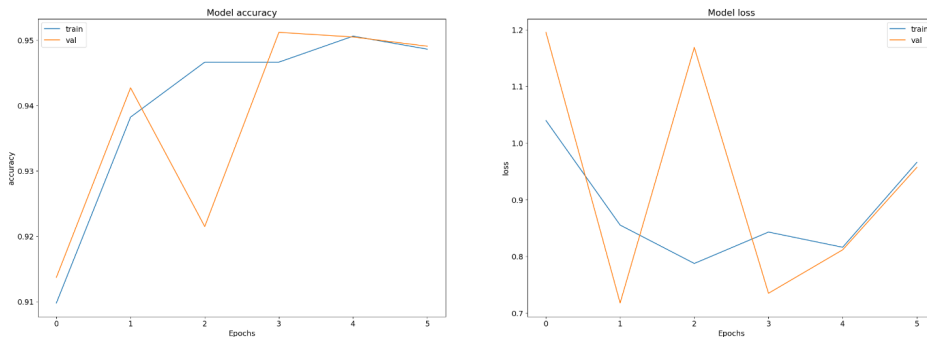
	Layer	Feature Map	Size	Kernel Size	Stride	Activation
	Input	Image	1	224 x 224 x 3	-	-
1	2 X Convolution	64	224 x 224 x 64	3x3	1	relu
	Max Pooling	64	112 x 112 x 64	3x3	2	relu
3	2 X Convolution	128	112 x 112 x 128	3x3	1	relu
	Max Pooling	128	56 x 56 x 128	3x3	2	relu
5	2 X Convolution	256	56 x 56 x 256	3x3	1	relu
	Max Pooling	256	28 x 28 x 256	3x3	2	relu
7	3 X Convolution	512	28 x 28 x 512	3x3	1	relu
	Max Pooling	512	14 x 14 x 512	3x3	2	relu
10	3 X Convolution	512	14 x 14 x 512	3x3	1	relu
	Max Pooling	512	7 x 7 x 512	3x3	2	relu
13	FC	-	25088	-	-	relu
14	FC	-	4096	-	-	relu
15	FC	-	4096	-	-	relu
Output	FC	-	1000	-	-	Softmax

9-сурет. VGG-19 нейрондық желісінің архитектурасы

VGGNet - те әр конволюция деңгейінде 2-ден 4-ке дейін конволюция операциялары болады. Конволюция ядросының өлшемі 3x3, конволюция қадамының өлшемі 1, біріктіру ядросы 2x2, ал қадам өлшемі 2 (9-сурет). VGGNet-тің ең айқын жақсаруы - конволюция ядросының көлемін азайту және конволюция қабаттарының санын көбейту (10-сурет).



10-сурет. VGG нейрондық желісінің жұмыс жасау алгоритмі

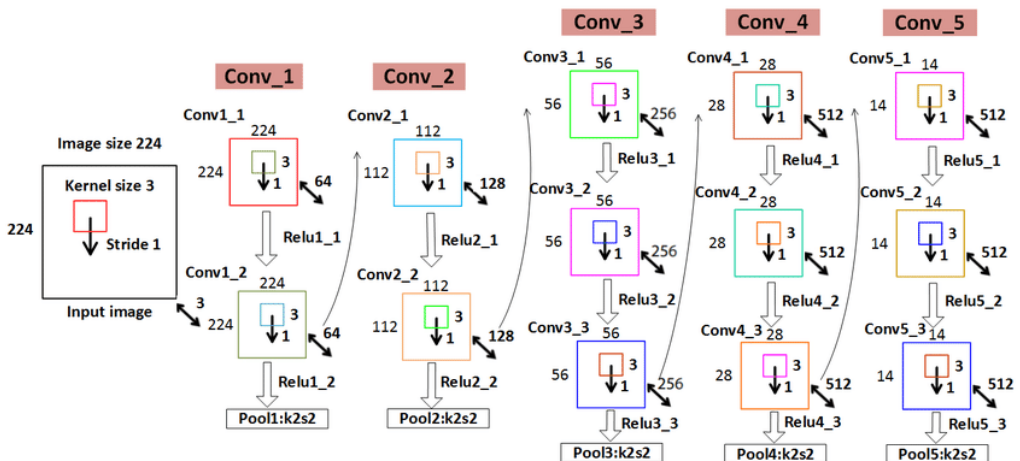


11-сурет. VGG нейрондық желісін оқыту

VGG нейрондық желісін оқыту барысында (11-сурет) келесідей орындалды (Nithya et al., 2023):

1. Деректерді дайындау: деректер жиынтығы жиналды және дайындалды. Деректерді жаттығу және сынақ үлгілеріне бөлу жүргізілді.
2. Алдын ала дайындалған салмақтарды жүктеу: Keras немесе pytorch кітапханалары сияқты қол жетімді көздерден жүктелген алдын ала дайындалған салмақтар қолданылды.
3. Модель құру: VGG нейрондық желісінің архитектурасы модельдің таңдалған нұсқасын қолдана отырып жасалды.
4. Модельдік оқыту: жаттығу үлгісін және жоғалту функциясын (мысалы, кросс-энтропия) қолдана отырып, модель оқытылды. Оқу процесінде әр оқу дәуірінде желі салмағын реттеу үшін оңтайландырғыш қолданылды. Оқу жылдамдығы және пакет өлшемі сияқты оқу параметрлері нақты талаптарды ескере отырып таңдалды.
5. Модельді бағалау: оқу аяқталғаннан кейін модель сынақ үлгісінде бағаланды. Модельдің сапасын бағалау үшін дәлдік көрсеткіштері (accuracy) және басқа Көрсеткіштер есептелді.
6. Баптау және жақсарту: егер нәтижелер қойылған талаптарға сәйкес келмесе, модельді баптау әдістері қолданылды. Бұл модель параметрлерін өзгертуді, деректерді реттеуді немесе күшейтуді қолдануды қамтуы мүмкін.
7. Модельді қолдану: сәтті оқытудан кейін оқытылған VGG моделі жаңа кескіндерді, болжамдарды немесе ол әзірленген басқа тапсырмаларды классификация үшін пайдаланылуы мүмкін (Sugiarto et al., 2023).

Бір жағынан, конволюция ядролары бар үлкен конволюция қабатының орнына кішірек конволюция ядролары бар бірнеше конволюция қабаттарын пайдалану параметрлерді төмендетуі мүмкін және автор бұл сызықтық емес картаға тең деп санайды, бұл сәйкестікті білдіру мүмкіндігін арттырады (12-сурет).



12-сурет. VGG нейрондық желісінің жұмыс жасау алгоритмі.

3x3 өлшемді екі қатарлы конволюция 5x5 өлшемді сезімтал өріске тең, ал үшеуі 7x7-ге тең. Бір 7x7 конволюцияның орнына үш 3x3 конволюцияны қолданудың артықшылықтары екі жақты: біріншіден, бір қабаттың орнына үш ReLU

қабатын қосу шешім қабылдау функциясын неғұрлым түсінікті етеді; екіншіден, параметрлерді азайтады. 1x1 конволюция қабаты негізінен конволюция қабатының сезімтал өрісіне әсер етпестен шешім қабылдау функциясының сызықтық ұлғайтуын арттыруға арналған. 1x1 конволюция операциясы сызықтық болғанымен, ReLU сызықтық емес қосады (Weikmann et al., 2023).

ConvNet Configuration					
A	A-LRN	B	C	D	E
11 weight layers	11 weight layers	13 weight layers	16 weight layers	16 weight layers	19 weight layers
input (224 × 224 RGB image)					
conv3-64	conv3-64 LRN	conv3-64 conv3-64	conv3-64 conv3-64	conv3-64 conv3-64	conv3-64 conv3-64
maxpool					
conv3-128	conv3-128	conv3-128 conv3-128	conv3-128 conv3-128	conv3-128 conv3-128	conv3-128 conv3-128
maxpool					
conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256 conv1-256	conv3-256 conv3-256 conv3-256	conv3-256 conv3-256 conv3-256 conv3-256
maxpool					
conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv1-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512 conv3-512
maxpool					
conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv1-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512	conv3-512 conv3-512 conv3-512 conv3-512
maxpool					
FC-4096					
FC-4096					
FC-1000					
soft-max					

13-сурет. VGG желілік конфигурациялары.

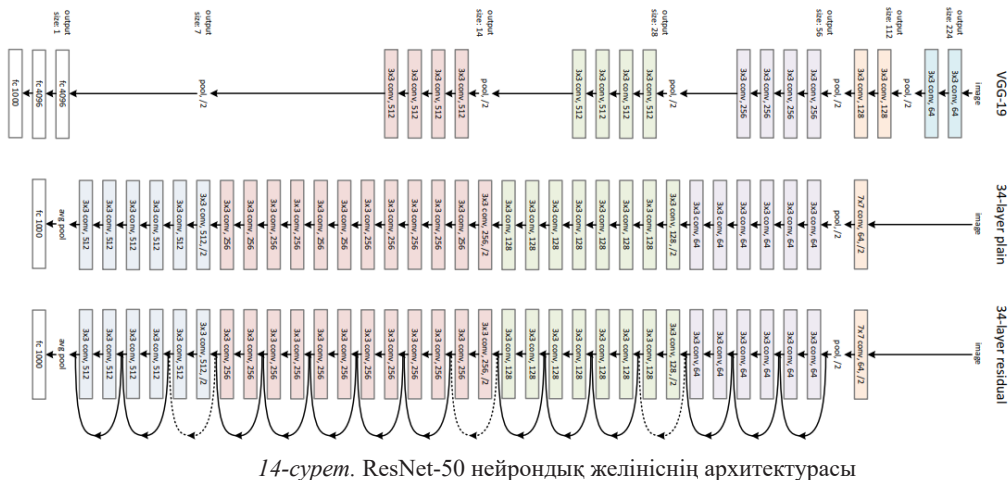
Бұл желілер бірдей дизайн принциптерін ұстанады, бірақ тереңдігі бойынша ерекшеленеді.

Бұл сурет VGG16-ны енгізу кезінде қолданылды (Li et al., 2014).

Бұл 6 желінің салыстырмалы кестесі (13-сурет). А-дан Е-ге дейін желі тереңдей түседі. Әсерді тексеру үшін бірнеше қабаттар қосылды.

Әр баған әр желінің құрылымын егжей-тегжейлі сипаттайды.

Бұл эксперименттер жүргізудің дұрыс әдісі, яғни мәселені шешудің ең қарапайым әдісін қолдану, содан кейін туындаған мәселелерді ескере отырып біртіндеп оңтайландыру (Müller et al., 2022). Keras кітапханасы сонымен қатар модельдің сақталған салмақтарын жүктеп алуға және оларды әртүрлі мақсаттарда пайдалануға болатын алдын ала дайындалған үлгіні ұсынады: тасымалдауды үйрену, кескін белгілерін алу және нысандарды анықтау. Біз кітапханада берілген модель архитектурасын жүктей аламыз, содан кейін барлық салмақтарды тиісті қабаттарға қоса аламыз (Chen et al., 2019).



14-сурет. ResNet-50 нейрондық желісінің архитектурасы

ResNet-50-тереңдігі 50 қабатты конволюциялық нейрондық желі (14-сурет). Imagenet дерекқорынан миллионнан астам кескінге үйретілген нейрондық желінің алдын-ала дайындалған нұсқасын жүктеп аламыз. Алдын ала дайындалған нейрондық желі кескіндерді пернетақта, тінтуір, қарындаш және көптеген жануарлар сияқты 1000 нысан санатына жіктей алады. Нәтижесінде нейрондық желі кескіндердің кең ауқымы үшін объектілердің бай көріністерін зерттеді. Нейрондық желі кіріс кескінінің өлшемі 224-тен 224 - ке дейін. MATLAB - да алдын-ала дайындалған нейрондық желілер туралы қосымша ақпаратты алдын-ала дайындалған терең нейрондық желілер бөлімінен аламыз (Ahmed et al., 2021).

ResNet-50 үлгісін пайдаланып жаңа кескіндерді классификация үшін classify қолданбасын пайдалануға болады. GoogLeNet көмегімен суреттерді классификация қадамдарын орындаңыз және GoogLeNet-ті ResNet-50-ге ауыстырамыз

ResNet-тің бастапқы архитектурасы 34 қабаттан тұратын ResNet-34 болды. Бұл қысқа қосылым тұжырымдамасын қолдана отырып, жоғалып бара жатқан градиент мәселесіне тап болмай, CNN-ге көбірек конволюциялық қабаттарды қосудың жана әдісін ұсынды. Жылдам қосылу кейбір деңгейлерді «өткізіп жібереді», бұл қалыпты желіні қалдық желіге айналдырады. Кәдімгі желі VGG нейрондық желілеріне негізделген (VGG-16 және VGG-19) — әрбір конволюциялық желіде 3×3 сүзгі болды. Алайда, ResNet-те сүзгілер аз және VGGNet-ке қарағанда күрделі емес. 34 қабатты ResNet өнімділігі 3,6 миллиард флопка жетуі мүмкін, ал кішірек 18 қабатты ResNet 1,8 миллиард флопка жетуі мүмкін, бұл 19,6 миллиард флоппен VGG-19 желісіне қарағанда айтарлықтай жылдамырақ (Толығырақ ResNet мақаласы, ол және басқалар, 2015). ResNet архитектурасы дизайнның екі негізгі ережесіне сәйкес келеді. Біріншіден, әр қабаттағы сүзгілер саны объектілердің Шығыс картасының көлеміне байланысты бірдей. Екіншіден, егер объектілер картасының өлшемі екі есе азайтылса, онда әр қабаттың уақыттық күрделілігін сақтау үшін сүзгілер саны екі есе артады. ResNet-50 жоғарыда суреттелген модельге негізделген архитектураға ие, бірақ бір маңызды айырмашылығы бар. 50 қабатты resnet желісі құрылыс блогы үшін тығыздық дизайнын пайдаланады. Bottleneck қалдық блогы «тар жол» деп аталатын 1×1 конволюцияларды пайдаланады, бұл параметрлер мен матрицалық көбейту санын азайтады. Бұл әр қабаттың оқуын едәуір жылдамдатуға

мүмкіндік береді. Ол екі қабаттан емес, үш қабаттан тұрады (Beluch et al., 2018).

ResNet 50 деңгейлі архитектурасы төмендегі кестеде көрсетілгендей келесі элементтерді қамтиды:

7×7 өлшемді ядро конволюциясы, 64 басқа ядромен бірге 2 өлшемді қадаммен.

Максималды біріктіру қабаты 2 өлшемді қадаммен.

Тағы 9 қабат-3×3,64 ядролары бар конволюция, екіншісі-1×1,64 ядролары және үшіншісі-1×1256 ядролары. Бұл 3 қабат 3 рет қайталанады.

1×1,128 ядросы, 3×3,128 ядросы және 1×1,512 ядросы бар тағы 12 қабат 4 рет қайталанды.

1×1256 және 2 3×3,256 және 1×1,1024 ядролары бар тағы 18 қабат 6 рет қайталанды.

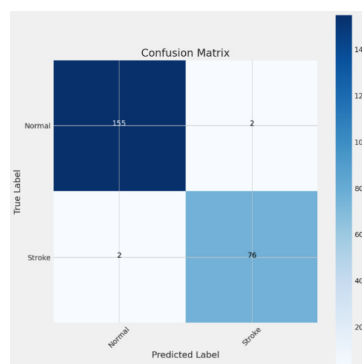
1×1512, 3×3512 және 1×12048 ядролары бар тағы 9 қабат 3 рет қайталанды.

Кескінді классификация мәселесін шешу үшін ансамбль құру жобасында біз бірнеше нейрондық желілерді, соның ішінде конволюциялық нейрондық желілерді (CNN), атап айтқанда VGG-16 және ResNet-50 қолдандық (Yao et al., 2010).

VGG - 16-Оксфорд университетіндегі Visual Geometry Group (VGG) жобасы аясында 2014 жылы әзірленген 16 қабатты конволюциялық нейрондық желі. Ол кескіндерді классификация мәселелерін шешу үшін арнайы әзірленген және дәлдігінің арқасында ғылыми қоғамдастықта кеңінен таралды.

ResNet-50-Бұл Microsoft Research-те 2015 жылы жасалған конволюциялық нейрондық желі. Бұл нейрондық желі 50 қабаттан тұрады және оқуды жеделдету үшін қалдық блоктарды пайдалану арқылы басқа конволюциялық нейрондық желілерден ерекшеленеді (Simonyan & Zisserman, 2015).

Ансамбльді құру кезінде біз барлық үш нейрондық желінің тіркесімін қолдандық: CNN, VGG-16 және ResNet-50. Бұл тәсіл классификацияның дәлдігін жақсартуға мүмкіндік береді, өйткені нейрондық желілердің әрқайсысы кескінде әртүрлі белгілерді көрсете алады. Нейрондық желілердің әрқайсысы жаттығу деректер жиынтығында оқытылғаннан кейін, олар жаңа кескіндерді классификация үшін қолданылатын бір ансамбльге біріктіріледі (LeCun et al., 2020). Осылайша, ансамбль құру кезінде бірнеше нейрондық желілердің тіркесімін пайдалану классификация дәлдігін арттыруға және модельдің жалпы сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Нейрондық желілерді оқыту барысында алынған нәтижелер:

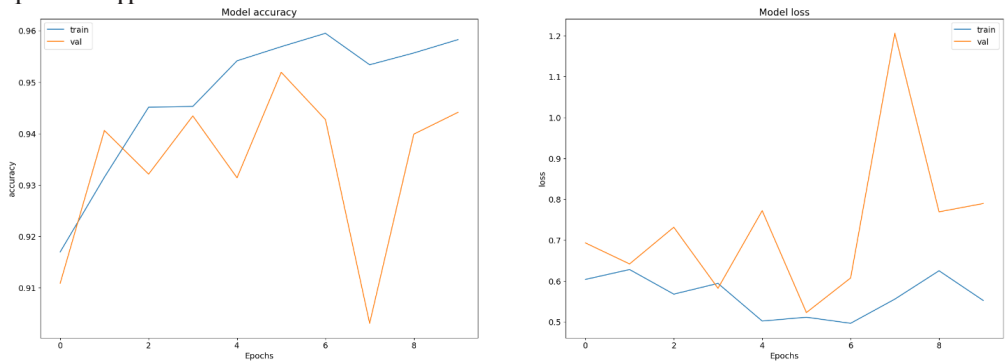


15-сурет. Конволюциялық нейрондық желісінің Confusion матрицасы

	precision	recall	f1-score
0	0.88	0.92	0.90
1	0.93	0.9	0.92
accuracy			0.91
macro avg	0.91	0.91	0.91
weighted avg	0.91	0.91	0.91

16-сурет. CNN нейрондық желісінің нәтижелері

Конволюциялық нейрондық желіні оқыту барысында алынған Confusion матрицасы (15–19 суреттер). True Positive – 155, False Positive – 2, False Negatives – 2, True Negatives - 76. Демек конволюциялық нейрондық желі 0,017 % ғана қателік көрсетіп тұр.



17-сурет. ResNet-50 нейрондық желісін оқыту

	precision	recall	f1-score
0	1.00	0.97	0.99
1	0.06	0.97	0.11
total	1.00	0.97	0.99

18-сурет. VGG-19 нейрондық желісінің нәтижелері

	precision	recall	f1-score
0	0.94	0.94	0.94
1	0.95	0.96	0.95
accuracy			0.95
macro avg	0.95	0.95	0.95
weighted avg	0.95	0.95	0.95

19-сурет. ResNet-50 нейрондық желісінің нәтижелері

Классификация мәселелерінде метрика модельдің өнімділігін бағалауда маңызды рөл атқарады. Жылдам қолданылатын төрт негізгі метрика- Accuracy, F1-score, дәлдік және recall. Бұл шолуда біз әр метриkanı және оның негізгі ерекшеліктерін қарастырамыз.

Accuracy көрсеткіші өлшеулердің жалпы санына қатысты белгілі бір дәрежеде жіктелген өлшемдерді өлшейді (Rahman, 2021). Бұл модель деректерді қаншалықты дәл жіктейтінін және ең қарапайым және түсінікті метрика екенін көрсетеді. Дәлдікті жақсарту формуласы:

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{TN} + \text{FP} + \text{FN}}$$

Мұндағы TP (True positive) - дұрыс болжанған оң класстардың саны, TN (True Negative) - дұрыс болжанған теріс класстардың саны, FP (False Positive) - дұрыс болжанбаған оң класстардың саны, FN (False Negative) - қате болжанған теріс класстардың саны.

F1-score - precision пен recall арасындағы гармоникалық орта. Ол модель болжамдарының precision де, recall да ескереді. F1-score дәлдік пен қалпына келтіру арасындағы тепе-теңдік маңызды болған жағдайда жақсы жұмыс істейді. F1-score есептеу формуласы-өлшемдер:

$$\text{F1} = \frac{2 * (\text{precision} * \text{recall})}{\text{precision} + \text{recall}}$$

Precision барлық болжамды оң класстарға қатысты дұрыс болжанған оң класстардың үлесін өлшейді. Бұл көрсеткіш жалған оң нәтижелерді азайтуға бағытталған. Дәлдік жалған оң болжамдар ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін жағдайларда пайдалы. Дәлдікті есептеу формуласы:

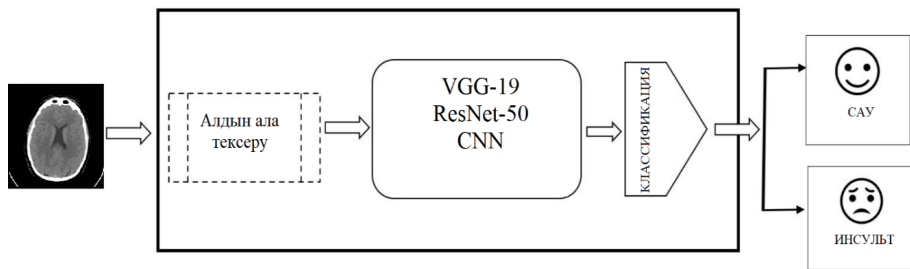
$$\text{Precision} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FP}}$$

Recall барлық нақты оң класстарға қатысты дұрыс болжанған оң класстардың үлесін өлшейді. Бұл көрсеткіш жалған теріс нәтижелерді азайтуға бағытталған. Recall жалған теріс болжамдар ауыр зардаптарға әкелуі мүмкін жағдайларда пайдалы. Recall есептеу формуласы:

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}}$$

Осы метрикалық мәндердің әрқайсысының артықшылықтары мен шектеулері бар, ал нақты метриkanı таңдау нақты классификация тапсырмасына және оның контекстіне байланысты.

Жалпы, метриkanı таңдау нақты тапсырмаға, оның басымдықтары мен контекстіне байланысты. Классификация моделінің өнімділігі туралы толық түсінік алу үшін бірнеше көрсеткіштерді бірге талдау ұсынылады.



20-сурет. Нейрондық желінің жұмыс жасау алгоритмі

Анықтау қателерін азайту үшін суретте көрсетілгендей әр түрлі дербес оқытылған нейрондық желілердің нәтижелерін біріктіру арқылы терең трансферлік ансамбльдік модель ұсынылады (20-сурет).

Деректерді беруді оқыту желілерінің жиынтығы қателерді азайту арқылы сенімді тәсіл бола алады. Бұл ең аз қателіктері бар біріктірілген желілерден оңтайлы нәтиже алуға мүмкіндік береді. Деректерді алдын-ала өңдеуден кейін конволюциялық нейрондық желі архитектурасы алдын-ала дайындалған модельдерді қолдана отырып құрылады. Қолданылатын модельдердің негізгі компоненттері алдыңғы бөлімдерде сипатталған (Müller et al., 2022).

VGG-19, ResNet-50 және CNN нейрондық желілерінің ансамблі келесідей салынды:

Кіріс VGG-19, ResNet-50 және CNN желілерінің әрқайсысының кірісіне беріледі.

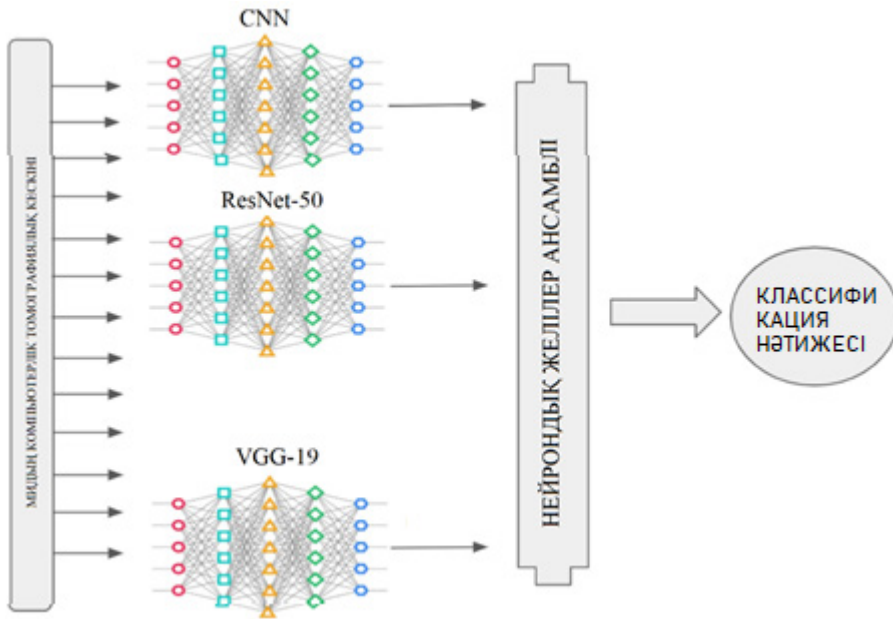
Желілердің әрқайсысы кіріс деректерін өңдейді және әртүрлі белгілер жиынтығын жасайды.

Белгілер жиынтығының әрқайсысы бір векторға біріктіріледі.

Бұл вектор белгілерді біріктіру және түпкілікті шешім қабылдау үшін қолданылатын толық байланысқан желінің кірісіне береді. Мұндай ансамбльдік әдіс жұмсақ ереже (жұмсақ дауыс беру) деп аталады. Қарапайым көпшілік дауыс негізінде шешім қабылдайтын қатаң дауыс беруден (қатты дауыс беру) айырмашылығы, жұмсақ дауыс беру әр желі болжаған ықтималдықтарды ескереді. Бұл тәсіл әртүрлі модельдерді біріктіруге және олардың күшті жақтарын жеке желіні пайдаланудан гөрі жақсы өнімділікке қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Ұсынылған архитектура көп класты классификация үшін softmax белсендіру функциясы бар толық қосылған тығыз қабатты пайдаланады.

Шығарылатын нейрондар конволюциялық нейрондық желілерді регуляциялау үшін әрбір оқу итерациясында жасырын қабаттарда 0-ге шығатын нейрондарды кездейсоқ орнату арқылы қосылады. Шығарылған нейрондар оқу кезеңінде тікелей өтуге немесе кері таралуға ешқандай үлес қоспайды.



21-сурет. Нейрондық желілердің ансамбльдік оқыту моделінің құрылымдық схемасы

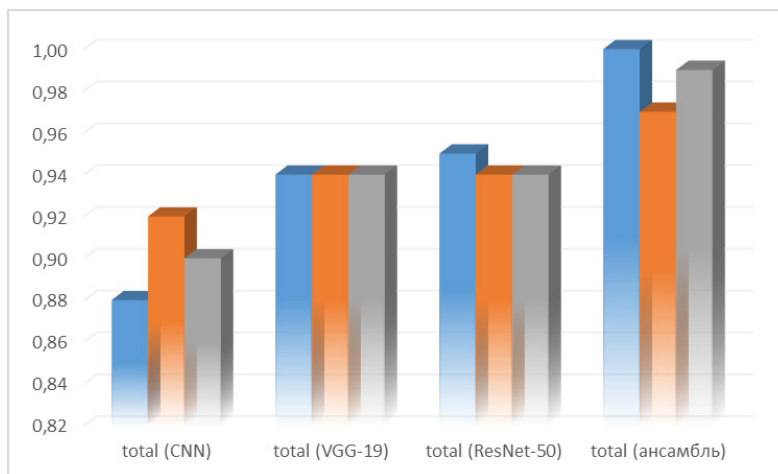
Бірінші қабатта бинарлық классификация жүйесінде 128 нейрон орнына 64 құрайды. Ерекшеліктерді алу үшін бірнеше қабаттары бар алдын ала дайындалған модель қолданылады (21-сурет). Тығыз қабатта softmax белсендіру функциясы екі класты классификация мәселесін шешу үшін қолданылады. Алайда, екілік классификация үшін сигмоидты активация қолданылады. Модельдер 30 дәуір ішінде оқытылады, партия мөлшері 16. Модельдерді дәл баптау үшін Adam оптимизаторы қолданылады. Шамадан тыс оқытудың алдын алу үшін ерте тоқтату критерийі арқылы реттеуге қол жеткізіледі (PLOS ONE, 2021).

Adam optimizer-болашақта компьютерлік көру және табиғи тілді өңдеу сияқты әртүрлі терең оқыту қолданбаларында жүзеге асырылуы мүмкін стохастикалық градиентті түсірудің кеңейтілген нұсқасы. Адам алғаш рет 2014 жылы таныстырылды. Бұл стохастикалық градиентті түсіру процесіне балама бола алатын оңтайландыру алгоритмі. Оптимизатор Adam деп аталады, себебі ол нейрондық желінің әрбір салмағы үшін оқу жылдамдығын бейімдеу үшін градиенттің бірінші және екінші нүктелерінің ұпайларын пайдаланады. Оптимизатор Adam деп аталады; бұл аббревиатура емес. Adam ең тиімді стохастикалық оңтайландыру ретінде ұсынылады, ол тек бірінші ретті градиенттерді қажет етеді, мұнда жадқа қойылатын талаптар тым аз.

Жоғарыда аталған трансферлік оқыту классификаторлары бізді ensemble stacked классификаторын ұсынуға итермеледі. Терең CNN жиынтығы жақсы нәтижеге жетудің қуатты әдісі бола алады, өйткені ол әртүрлі модельдерден алынған шешімдерді біріктіру тұжырымдамасына негізделген. Терең CNN-дің стохастикалық сипатын ескере отырып, әрбір нейрондық желінің архитектурасы басқа нейрондық желілердің кейбір ерекше үлгілерін зерттейді. Ансамбль әдісі жақсартудың жоғары дәлдігін және ерекшеліктерді бөлектеу мүмкіндігін қамтамасыз етеді.

	Accuracy	recall	Precision	f1-score
Ансамбль	99.1 %	99.0 %	99.2 %	99.1 %

22-сурет. Жасалынған ансамбльдің нәтижесі



23-сурет Нейрондық желілердің классификация жасау дәлдігі

VGG-19, CNN және ResNet-50 модельдерінен ансамбльді пайдалану жақсы нәтижелерге әкелді (22-сурет). Бұл модельдерді ансамбльге біріктіріп, кескіндерді классификациялауға қатысты компьютерлік көру тапсырмасының дәлдігі мен сенімділігін жақсартылады деп шешілді

Әрбір модельдің күшті және әлсіз жақтары бар, мен олардың әрқайсысының ең жақсы жақтарын пайдаланғымыз келді. Модельдік болжамдар мұқият реттеліп, біріктіргеннен кейін нәтижелер айтарлықтай жақсарттылды.

23-суретте CNN, VGG-19, ResNet-50 нейрондық желілерінің ансамблі осы желілердің әрқайсысына қарағанда тиімді екенін көре аламыз. қарақарадыCNN, VGG-19 және ResNet-50 нейрондық желілері келесідей бір ансамбльге біріктірілді:

Жеке модельдер жасау: әр нейрондық желі үшін бөлек модельдер жасалды. Әрбір модель сәйкесінше CNN, VGG-19 және ResNet-50 архитектурасына сәйкес жасалған. Әр модельдің әр желінің оқытуларына сәйкес келетін салмағы болды.

Болжау генерациясы: әр желі үшін болжам жасау кезінде әр модель арқылы сынақ деректерін өткізу. Деректерді өндегеннен кейін әр модель үшін болжамдар жиынтығы алынды.

Болжамдарды біріктіру: әр модельден болжамдарды біріктіру үшін дауыс беруді қолданылды. Қарапайым көпшілік дауыс беру қолданылды, онда барлық модельдер арасында ең көп дауыс алған сынып таңдалды. Бұл әр модель белгілі бір классқа өз дауысын беретіндігін білдірді.

Қорытынды

Бұл зерттеу медициналық кескіндерді классификациялау міндеттеріне, атап айтқанда инсульт диагностикасына арналған ансамбльдер тәсіліне негізделген кескінді өңдеудің тиімді алгоритмін жасауға арналды. Жұмыстың негізгі мақсаты әртүрлі нейрондық желілерді біріктіру арқылы кескіндерді классификациялаудың

дәлдігі мен сенімділігін жақсарту болды, олардың әрқайсысының бірегей архитектуралық ерекшеліктері мен артықшылықтары бар.

Зерттеу барысында нейрондық желілердің үш түрлі моделі оқытылды және біріктірілді: VGG-19, CNN және ResNet-50. Бұл модельдердің әрқайсысы кескіндерді классификациялау мәселесін шешу үшін мұқият конфигурацияланған және оқытылған. Ансамбльдік тәсіл әр модельдің күшті жақтарын біріктіріп, олардың әлсіз жақтарын барынша азайтуға мүмкіндік берді, бұл дәлірек және сенімді нәтижелерге әкелді. Ансамбльдік әдісті қолдану классификациялаудың дәлдігін едәуір жақсартуға және қателіктерді азайтуға мүмкіндік берді, бұл әсіресе медициналық қосымшаларда маңызды.

Ансамбльдік тәсілді қолдану нәтижесінде кескінді классификациялау дәлдігі 65 %-дан 99,2 %-ға дейін өсті, ал шығындар 7,532 %-дан 0,756 %-ға дейін төмендеді. Модельдің негізгі көрсеткіштеріне мыналар жатады: 99,6 % дәлдік, 99,2 % толықтық және F1-өлшем 99,1 %. Бұл көрсеткіштер әзірленген модельдің өнімділігінің жоғары деңгейін көрсетеді және оның медициналық диагностикада практикалық қолдануға жарамдылығын көрсетеді.

Қолжетімді деректердің шектеулі көлеміне байланысты оқыту үшін оқытуды беру тұжырымдамасы қолданылды. Imagenet деректер жинағында алдын ала дайындалған inception v3 моделі инсульт кескіндерін классификациялаудың ағымдағы тапсырмасына бейімделген. Оқытуды беруді қолдану оқытуға қажетті уақыт пен есептеу ресурстарын қысқартуға, сондай-ақ модельдің дәлдігін арттыруға мүмкіндік берді. Бұл стратегия алдын-ала дайындалған модельдер мамандандырылған тапсырмалардағы нәтижелерді едәуір жақсартуға алатындығын дәлелдеді.

Жекелеген модельдердің болжамдарын біріктіру үшін көпшілік дауыс берген шешім ансамбльдің нәтижесін беретін механизмі қолданылды. Бұл әдіс әртүрлі болжамдарды бір түпкілікті шешімге біріктіру арқылы болжамдардың соңғы дәлдігін жақсартуға мүмкіндік берді. Дауыс беруді пайдалану сонымен қатар деректердің әртүрлі аспектілері мен ерекшеліктерін ескеруге мүмкіндік береді, бұл неғұрлым негізделген және дәл болжауға ықпал етеді. Дауыс беру әдісі классификациялаудың дәлдігін жақсартудың сенімді әдісі болып шықты, өйткені ол модельдердің бір деректерге қатысты әртүрлі көзқарастарын ескеруге мүмкіндік береді.

Ансамбльдік әдістер стохастикалық қателіктердің әсерін азайтуға және деректердің әртүрлілігін ескеруге мүмкіндік береді. Бұл әсіресе нәтижелердің дәлдігі мен сенімділігі маңызды рөл атқаратын медициналық диагностика контекстінде өте маңызды. Нейрондық желі ансамбльдерін қолдану медициналық бейнелеуге негізделген әртүрлі ауруларды диагностикалау сияқты кескінді талдаудың жоғары дәлдігін қажет ететін медицинаның әртүрлі салаларында ұқсас әдістерді қолданудың жаңа перспективаларын ашады. Атап айтқанда, VGG-19, CNN және ResNet-50 модельдер ансамблін пайдалану әртүрлі архитектураларды біріктіру бір модельді қолданумен салыстырғанда нәтижелердің айтарлықтай жақсаруына әкелуі мүмкін екенін көрсетті.

Әзірленген ансамбльдік алгоритм қалыпты және инсульттан зақымдалған аймақтарды қамтитын мидың компьютерлік томографиясының 2501 кескінінен тұратын деректер жинағында сыналды. Тестілеу суреттерді классификациялауда

ұсынылған тәсілдің жоғары тиімділігін көрсетті, бұл оның инсульттің медициналық диагностикасы үшін практикалық маңыздылығын растайды. Деректерді жаттығу және сынақ кескіндеріне бөлу модельді мұқият тексеруге және оның жаңа деректерді жалпылау қабілетіне көз жеткізуге мүмкіндік берді.

Болашақта болжамдардың дәлдігі мен сенімділігін арттыру үшін орташа өлшенген дауыс беру немесе мета-модельдерді пайдалану сияқты болжамдарды біріктірудің балама әдістерін зерттеуге болады. Сондай-ақ, перспективалық бағыт-бұл мәліметтер жиынтығын кеңейту және модельдерді көбірек суреттерде оқыту, бұл модельдердің жалпы тұрақтылығы мен дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді. Зерттеудің бұл бағыттары медициналық кескіндерді классификациялау алгоритмдерінің дәлдігі мен сенімділігін одан әрі жақсартуға әкелуі мүмкін.

Қорытындылай келе, VGG-19, CNN және ResNet-50 нейрондық желілеріне негізделген ансамбльдік тәсілді қолдану медициналық кескіндерді классификациялау міндетінде өзінің жоғары тиімділігін көрсетті. Қол жеткізілген нәтижелер ансамбльдік әдістер Машиналық оқыту модельдерінің дәлдігі мен сенімділігін арттырудың қуатты құралы екенін көрсетеді. Бұл оларды кескінді өңдеуге және талдауға байланысты әртүрлі салаларда, соның ішінде медицина мен денсаулық сақтауда қолдануға жаңа мүмкіндіктер ашады.

ӘДЕБИЕТТЕР

Ахмед А., Юсиф Х. & Хе З. (2021). Шулы белгілері бар кескіндерді жіктеу үшін әртараптандырылған оқыту ансамблі. — *Multimedia Tools and Applications*, — 80. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1007/s11042-021-10731-4>.

Африди Рахман (2021). Мидың инсультын КТ кескіндер жинағы. — <https://www.kaggle.com/datasets/afriDIRahman/brain-stroke-ct-image-dataset>. — 187–196 бб.

Белух В.Х., Геневайн Т., Нюрнберггер А. & Келер Дж.М. (2018). Суреттерді жіктеуде белсенді оқыту үшін ансамбльдердің күші. — *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2018.00976>.

Вейкманн Г., Перэнтони Г. & Бруззоне Л. (2023). Көп спектрлі қашықтықтан зондтау суреттерін жіктеу үшін сыныпқа бағытталған иерархиялық ResNet. — *Proceedings of SPIE*. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1117/12.2563794>.

Гамиси П., Чен Й., Ванг Й., Гу Й., Хе Х. & Цзя Х. (2019). Гиперспектралды кескіндерді жіктеу үшін терең оқыту ансамблі. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1016/j.is.2019.01.002>.

Добшик А., Тулупов А. & Бериков В. (2021). Томографиялық суреттерді инсульт диагнозында әлсіз бақыланатын семантикалық сегментациялау. — <https://arxiv.org/abs/2109.01887>. — 187–196 бб.

Донг Ч., Лой Ч.К., Хе К. & Танг Х. (2014). Терең конволюциялық желілерді пайдалана отырып, кескінді супер-рұқсаттама. — *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 38. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2015.2439281>.

Караев Н.М. (2018). Кластерлік талдау алгоритмдерінің ансамблін пайдалана отырып, суреттерді талдау. — Диссертациялық жұмыс. — 187–196 бб.

Крижевский А., Сутскевер И. & Хинтон Г.Е. (2012). Терең конволюциялық нейрондық желілермен ImageNet классификациясы. — *Communications of the ACM*, 60. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1145/3065386>.

Лекун Й., Ботту Л., Бенгио Й. & Хаффнер П. (2020). Құжаттарды тануға қолданылатын градиентке негізделген оқыту. — *Proceedings of the IEEE*, — 86(11). — 187–196 бб. https://doi.org/10.1007/3-540-46805-6_19.

Ли Х., Лю Х. & Ю Л. (2014). Landsat TM суреттерін жерді пайдалану/қамту классификациясын жақсарту үшін агрегативті модельге негізделген классификаторлар ансамблі. — *International Journal of Remote Sensing*, — 35. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1080/01431161.2014.883091>.

Литженс Г., Коои Т., Бейнорди Б., Сетио А., Чюмпи Ф., Гхафориан М. & Санчес С.И. (2017).

Медициналық суреттерді талдауда терең оқытуға шолу. — *Medical image analysis*, 42. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1016/j.media.2017.07.005>.

Мюллер Д., Сото-Рей И. & Крамер Ф. (2022). Терең конволюциялық нейрондық желілермен медициналық кескіндерді оңтайландырылған жіктеуді ансамбльдік оқытуды талдау. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.04.044>.

Мюллер Д., Сото-Рей И. & Крамер Ф. (2022). Терең конволюциялық нейрондық желілермен медициналық кескіндерді оңтайландырылған жіктеуді ансамбльдік оқытуды талдау. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.3390/app13179639>.

Нитхиа В.П., Моханасундам Н. & Сантош Р. (2023). Альцгеймер ауруын ерте анықтау және жіктеу үшін ResNet-50 негізіндегі негіз. — 187–196 бб. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80249-3_44.

PLOS ONE (2021). Кеуде рентген суреттеріндегі пневмонияны терең оқыту модельдерінің ансамблімен анықтау. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256630>.

Равиндран Р., Кастхури Н., Адитя П.С., Гунаранжан С. & Дхаранидхаран К. (2023). Арамшөптер мен дақылдарды жіктеу үшін VGG негізіндегі терең оқыту моделінің өнімділігін талдау. — 14th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT57752.2023.10192879>.

Сзегеди К., Лю В., Цзя Й., Сермэнет П., Рид С., Ангелов Д. & Рабинович А. (2015). Конволюцияларды тереңдету. — *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2015.7298594>.

Симонян К. & Зиссерман А. (2015). Үлкен масштабтағы кескіндерді тану үшін өте терең конволюциялық желілер. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1409.1556>.

Сугиарто Т.А., Созлеман М. & Пуджионо П. (2023). Автокөлік бренді классификациясы үшін Resnet50 негізіндегі кеңейту негізіндегі жақсарту. — *Journal of Applied Intelligent System*. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT57752.2023.10192879>.

Чэн С. & Чжоу Г. (2020). Жақсартылған VGG конволюциялық нейрондық желі негізіндегі бет әлпетін тану әдісі. — *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1142/S0218001420500043>.

Чен Й., Ванг Й., Гу Й., Хе Х., Гхамиси П. & Цзя Х. (2019). Гиперспектралды кескіндерді жіктеу үшін терең оқыту ансамблі. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1016/j.is.2019.01.002>.

Хе К., Чжан Х., Рен С. & Сун Дж. (2015). Суреттерді тану үшін терең қалдықтық оқыту. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1512.03385>.

Хе К., Чжан Х., Рен С. & Сун Дж. (2016). Суреттерді тану үшін терең қалдықты оқыту. — *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>.

Яо З., Ю Й. & Сяо Х. (2010). Ансамбльдік оқыту негізіндегі суреттерді сегментациялау. — *International Conference on Computer and Communication Technologies in Agriculture Engineering*. — 187–196 бб. <https://doi.org/10.1109/CCTAE.2010.5544523>.

REFERENCES

Ahmed A., Yousif H. & He Z. (2021). Ensemble diversified learning for image classification with noisy labels. — *Multimedia Tools and Applications*, 80. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1007/s11042-021-10731-4>.

Afridi Rahman (2021). Brain Stroke CT Image Dataset. — <https://www.kaggle.com/datasets/afridirahman/brain-stroke-ct-image-dataset>. — Pp. 187–196.

Beluch W.H., Genewein T., Nürnberger A. & Köhler J.M. (2018). The Power of Ensembles for Active Learning in Image Classification. — *IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2018.00976>.

Chen Y., Wang Y., Gu Y., He X., Ghamisi P. & Jia X. (2019). Deep Learning Ensemble for Hyperspectral Image Classification. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.is.2019.01.002>.

Cheng S. & Zhou G. (2020). Facial Expression Recognition Method Based on Improved VGG Convolutional Neural Network. — *International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence*. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1142/S0218001420500043>.

Dobshik A., Tulupov A. & Berikov V. (2021). Weakly supervised semantic segmentation of tomographic images in the diagnosis of stroke. — <https://arxiv.org/abs/2109.01887>. — Pp. 187–196.

Dong C., Loy C.C., He K. & Tang X. (2014). Image super-resolution using deep convolutional networks.

- IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 38. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2015.2439281>.
- He K., Zhang X., Ren S. & Sun J. (2015). Deep Residual Learning for Image Recognition. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1512.03385>.
- He K., Zhang X., Ren S. & Sun J. (2016). Deep residual learning for image recognition. — Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.90>.
- Karaev N.M. (2018). Image analysis using an ensemble of clustering algorithms. — Dissertation. — Pp. 187–196.
- Krizhevsky A., Sutskever I. & Hinton G.E. (2012). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. — Communications of the ACM. — 60. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1145/3065386>.
- LeCun Y., Bottou L., Bengio Y. & Haffner P. (2020). Gradient-based learning applied to document recognition. — Proceedings of the IEEE, — 86(11). — Pp. 187–196. https://doi.org/10.1007/3-540-46805-6_19.
- Li X., Liu X. & Yu L. (2014). Aggregative model-based classifier ensemble for improving land-use/cover classification of Landsat TM Images. — *International Journal of Remote Sensing*. — 35. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1080/01431161.2014.883091>.
- Litjens G., Kooi T., Bejnordi B., Setio A., Ciampi F., Ghafoorian M. & Sánchez C.I. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. — *Medical image analysis*, — 42. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.media.2017.07.005>.
- Müller D., Soto-Rey I. & Kramer F. (2022). An Analysis on Ensemble Learning Optimized Medical Image Classification With Deep Convolutional Neural Networks. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.04.044>.
- Müller D., Soto-Rey I. & Kramer F. (2022). An Analysis on Ensemble Learning optimized Medical Image Classification with Deep Convolutional Neural Networks. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.3390/app13179639>.
- Nithya V.P., MohanaSundaram N. & Santhosh R. (2023). An Early Detection and Classification of Alzheimer’s Disease Framework Based on ResNet-50. — Pp. 187–196. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80249-3_44.
- PLOS ONE (2021). Pneumonia detection in chest X-ray images using an ensemble of deep learning models. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256630>.
- Ravindaran R., Kasthuri N., Adithya P.S., Gunaranjan S. & Dharanidharan K. (2023). Performance Analysis of a VGG based Deep Learning Model for Classification of Weeds and Crops. — 14th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT57752.2023.10192879>.
- Simonyan K. & Zisserman A. (2015). Very Deep Convolutional Networks for Large-Scale Image Recognition. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1409.1556>.
- Sugianto T.A., Soeleman M. & Pujiono P. (2023). Enhancing Augmentation-Based Resnet50 for Car Brand Classification. — *Journal of Applied Intelligent System*. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT57752.2023.10192879>.
- Szegedy C., Liu W., Jia Y., Sermanet P., Reed S., Anguelov D. & Rabinovich A. (2015). Going deeper with convolutions. — Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2015.7298594>.
- Weikmann G., Perantoni G. & Bruzzone L. (2023). A class-driven hierarchical ResNet for classification of multispectral remote sensing images. — Proceedings of SPIE. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1117/12.2563794>.
- Yao Z., Yu Y. & Xiao X. (2010). Image segmentation based on ensemble learning. *International Conference on Computer and Communication Technologies in Agriculture Engineering*. — Pp. 187–196. <https://doi.org/10.1109/CCTAE.2010.5544523>.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 2. Number 350 (2024). 30–42

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.264>

МРНТИ 14.35.07

© **B.T. Abykanova**^{1*}, **A.A. Tautenbayeva**², **A.G. Amangosova**¹, **G.T. Bekova**¹, **A.Zh. Akmatbekova**³, 2024

¹Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan;

²T. Zhurgenov Kazakh National Academy of Arts, Almaty, Kazakhstan;

³Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan.

E-mail: bakitgul@list.ru

INTERACTIVE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN IMPROVING AND DEVELOPING STUDENTS' AGENCY

Abykanova B.T. — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Atyrau University named after H. Dosmukhamedov, 212 Student's avenue, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: bakitgul@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0095-3533>;

Tautenbayeva A.A. — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, T. K. Zhurgenov Kazakh National Academy of Arts, Panfilov st 127, Almaty, Kazakhstan

E-mail: aina_tau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0436-0137>;

Amangosova A.G. — Candidate of Chemical Sciences Associate Professor, Atyrau University named after H. Dosmukhamedov, 212 Student's avenue, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: amangosova1961@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2471-6081>;

Bekova G.T. — PhD, Associate Professor, Atyrau University named after H. Dosmukhamedov, 212 Student's avenue, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: bekovaguldana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7310-1185>;

Akmatbekova A.Zh. — physics teacher of the Department of Mathematics, Kyrgyz-Turkish Manas University, Bishkek, Kyrgyzstan

E-mail: azat.akmatbekova@manas.edu.kg, <https://orcid.org/0000-0003-3993-4938>.

Abstract. The nature of interactive teaching methods that develop students' agency is discussed in the research paper as one of the ways to realize the modern goals of teacher education. The authors described the most important interactive methods used in teaching practice, such as future workshop, case study method, discussion-based learning and decision tree method. The main conclusion is that the use of interactive learning methods allows the individual to maximally identify internal failures important for future professional activity and ensures the effective development of the student's agency components. It is well known that creating a unique interactive learning environment in higher education institutions is one way to implement contemporary tasks of teacher training. The pressing responsibility of modern pedagogy is to create and implement lesson plans based on participant interaction in the advancement of education, even in the face of scientific research on interactive learning. It has been observed that using interactive technology aids students in becoming more prepared for their future careers.

Keywords: small class school, agency of a student; interactive learning; interactive teaching methods; case study method; decision tree method; discussion-based learning

© **Б.Т. Абыканова**^{1*}, **А.А. Таутенбаева**², **А.Г. Амангосова**¹, **Г.Т. Бекова**¹, **А.Ж.**

Акматабекова³, 2024

¹Х. Досмұхамедова атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан;

²Т.Қ. Жүргенов атындағы Қазақ Ұлттық өнер академиясы, Алматы, Қазақстан;

³Қырғыз-түрік Манас университеті, Бішкек, Қырғызстан.

E-mail: bakitgul@list.ru

ӨЗДІГІНЕН БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫ ЖЕТІЛДІРУ МЕН ДАМУДАҒЫ ИНТЕРАКТИВТІ БІЛІМ БЕРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ

Абыканова Б.Т. — педагогика ғылымдарының кандидаты, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің қауымдастырылған профессоры, Атырау, Қазақстан

E-mail: bakitgul@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0095-3533>;

Таугенбаева А.А. — педагогика ғылымдарының кандидаты, Т.Қ.Жүргенов атындағы Қазақ Ұлттық Өнер Академиясының доценті, Панфилов көшесі 127, Алматы, Қазақстан

E-mail: aina_tau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0436-0137>;

Амангосова А.Г. — химия ғылымдарының кандидаты, «Физика және техникалық пәндер» кафедрасы, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан

E-mail: amangosova1961@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2471-6081>;

Бекова Г.Т. — PhD, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің қауымдастырылған профессоры, Студент даңғылы, 212, Атырау, Қазақстан

E-mail: bekovaguldana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7310-1185>;

Акматабекова А. Ж. — Математика кафедрасының физика пәнінің оқытушысы, Қырғыз-түрік Манас университеті, Бішкек, Қырғызстан

E-mail: azat.akmatbekova@manas.edu.kg, <https://orcid.org/0000-0003-3993-4938>.

Аннотация. Зерттеуде қаралатын мәселе мұғалімдерді даярлаудың заманауи міндеттерін іске асыру тәсілдерінің бірі ретінде оқушылардың дербестігін дамытуға ықпал ететін оқытудың интерактивті әдістерінің мәнін ашады. Авторлар оқыту тәжірибесінде қолданылатын негізгі интерактивті әдістерді сипаттады, мысалы, семинар сабақтары, кейс-стади әдісі, пікірталасқа негізделген әдістер мен оқыту. Негізгі қорытынды - оқытудың интерактивті әдістерін қолдану жеке тұлғаға болашақ кәсіби қызмет үшін маңызды ішкі сәтсіздіктерді барынша анықтауға және студенттердің құрамдас бөліктерінің тиімді дамуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Мұғалімдерді даярлаудың қазіргі заманғы міндеттерін іске асыру тәсілдерінің бірі жоғары оқу орындарында арнайы интерактивті оқу ортасын құру екені белгілі. Интерактивті оқытудың ғылыми зерттеулеріне қарамастан, қазіргі педагогиканың өзекті міндеті білім беру үдесіне қатысушылардың өзара қарым-қатынасқа негізделген сабақ жоспарларын дайындау және қолдану болып табылады. Интерактивті технологияларды қолдану болашақ кәсіби қызметіне жақсы бейімделуге көмектесетіні жайлы айтылған.

Түйін сөздер: білім алушылардың іс-әрекет еркіндігі; интерактивті оқыту; оқытудың интерактивті әдістері; кейс-стади әдісі; шешім әдістері; пікірталасқа негізделген оқыту

© Б.Т. Абыканова^{1*}, А.А. Таутенбаева², А.Г. Амангосова¹, Г.Т. Бекова¹, А.Ж. Акматбекова³, 2024

¹Атырауский университет им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан;

²Казахская Национальная Академия искусств им. Т. Жургенова, Алматы, Казахстан;

³Кыргызско-Турецкий университет Манас, Бишкек, Кыргызстан.

E-mail: bakitgul@list.ru

ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ И РАЗВИТИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Абыканова Б.Т. — кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор, Атырауский университет им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан

E-mail: bakitgul@list.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0095-3533>;

Таутенбаева А.А. — кандидат педагогических наук, доцент, Казахская Национальная академия искусств им.Т. К. Жургенова, Алматы, Казахстан

E-mail: aina_tau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0436-0137>;

Амангосова А.Г. — кандидат химических наук, ассоциированный профессор, Атырауский университет им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан

E-mail: amangosova1961@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2471-6081>;

Бекова Г.Т. — PhD, ассоциированный профессор, Атырауский университет им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан

E-mail: bekovaguldana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7310-1185>;

Акматбекова А. Ж. — преподаватель физики кафедры математики, Кыргызско-Турецкий университет Манаса, Бишкек, Кыргызстан

E-mail: azat.akmatbekova@manas.edu.kg, <https://orcid.org/0000-0003-3993-4938>.

Аннотация. Исследование раскрывает сущность интерактивных методов обучения, способствующих развитию самостоятельности учащихся как одного из способов реализации современных задач подготовки учителей. Авторы описали основные интерактивные методы, используемые в практике преподавания, такие как семинарские занятия, метод тематических исследований, методы и обучение на основе дискуссий. Ключевым моментом в процессе подготовки учителей является создание специальной интерактивной среды, которая будет использована для обучения в высших учебных заведениях. В современном мире, несмотря на научные исследования по вопросам интерактивного обучения, актуальной является задача подготовки и проведения уроков, которые будут основаны на взаимодействии участников в процессе обучения. Также отмечается, что применение интерактивных технологий помогает студентам лучше адаптироваться к будущей профессиональной деятельности. Из этого следует, что использование интерактивных методов обучения позволяет личности максимально выявить свои внутренние недостатки, которые могут помешать в будущем успешной профессиональной деятельности и способствует более эффективному развитию студентов.

Ключевые слова: малокомплектная школа, свобода действий обучающихся; интерактивное обучение; интерактивные методы обучения; метод кейс-стади; методы решений; обучение на основе дискуссий

Кіріспе

Қарастырылып отырған мәселе қазақстандық қоғамның тәуелсіз, шығармашыл, белсенді тұлғаларға деген ерекше қажеттілігі зерттеудің өзектілігі болып табылады. Мұндайда адам өмірлік жағдайда өзінің интеллектуалдық және физикалық ерекшеліктерін шынайы бағалай алады. Яғни ол жоғары және нақты мақсаттар қояды және оған жетудің тиімді жолдарын табады. Сонымен бірге, қазіргі бастауыш, орта және жоғары оқу орындарында осындай тұлғаның осындай қасиеттерін қалыптастыруы керек.

Педагог кадрларды даярлаудың өзекті міндеттерін жүзеге асырудың бір жолы — жоғары оқу орындарында арнайы интерактивті оқыту ортасын құру. Интерактивті оқытудың қолда бар ғылыми зерттеулеріне қарамастан, қазіргі педагогиканың өзекті міндеті-оқу процесіне қатынасушылардың өзара әрекеттесуіне негізделген сабақ сценарийлерін әзірлеу және қолдану болып табылады. Интерактивті технологияларды қолдану студенттердің болашақ кәсіби қызметіне жақсы бейімделуіне көмектеседі. Бұл олардың оқуын ынталандыруға көмектеседі, әркімнің әлеуметтенуіне және кәсіби дамуына ықпал етеді, қалыптасқан сенімдерді, дағдылар мен дағдыларды тексеруге, дамытуға және біріктіруге мүмкіндік береді.

Педагогикалық тәжірибеде қазіргі заманғы оқу пәні-пәндік парадигманың жүзеге асырылуы байқалады (мұғалім мен оқушы оқу процесінің тең құқылы серіктестері болған кезде). Интерактивті процестің мақсаты-қатысушылардың мінез-құлық үлгілерін өзгерту және жақсарту болып табылады. Оқытудағы интерактивтілік — бұл әңгімелесу, диалог және іс-әрекетте өзара әрекеттесу қабілеті. Соңғы зерттеулер мен жарияланымдарды талдау отандық ғалымдар мен оқытушылардың өз зерттеулерін қазақстанда да, шетелде де жоғары оқу орындарында білім беру ұйымының инновациялық нысандарын және оның аспектілерін пайдалану мәселесіне арнағанын атап өтуге мүмкіндік береді. Өз еңбектерін педагогикалық практикада интерактивті технологиялар мен әдістерді енгізу мәселелерін ашуға арнады. Алайда, жоғары оқу орындарында интерактивті технологиялар мен әдістерді, атап айтқанда, студенттердің агенттіктерін дамыту үшін тиімді пайдалану мәселесі әлі де жеткілікті зерттелмеген.

Мақала интерактивті технологиялардың ерекшеліктерін және студенттер агенттігін дамыту үшін әдістерді қолдануды ашуға бағытталған. Гуманистік білім беру парадигмасы контекстінде мұғалімнің ұстанымы түбегейлі басқаша көрінеді. Мұғалім менеджер, ассистент, кеңесші, ақпарат көздерінің бірі, яғни білім жолдары бойынша оқытудың актеры болады. Бұл рөлдерден басқа, мұғалім көмекші рөлін де атқарады, ол сәйкесінше қолдау, көмек көрсетеді және сонымен бірге оқушының жеке басының даму процесін ынталандырады. Оқушы белсенді, тәуелсіз, жауапкершілікті сезінуі керек, өзінің жеке өсу жолында еркін қозғалуы керек.

Жаһандану жағдайында білім деңгейі елдердің бәсекеге қабілеттілігінің негізгі факторларының біріне айналады, өйткені қазіргі экономикада «зияткерлік әлеуетке» емес, материалдық игіліктер мен қызметтерге көбірек мән берілуде. Алға қойылған мақсаттарға жету үшін экономикалық және әлеуметтік жаңғырту қажеттіліктеріне жауап беретін заманауи білім беру жүйесін құру қажет. Өмір бойы білім алу үшін жағдай жасалуы керек. Бәсекеге қабілеттілік үшін мемлекеттің заманауи және тиімді білім беру жүйесін қолдау және білім беру арқылы жұмыс күшінің зияткерлік құрамдас бөлігін арттыру мүмкіндігі маңызды болып табылады. Экономикалық дамудың жаңа түрі қызметкерлерден өмір бойы өз мамандығын бірнеше рет өзгертуді және үнемі біліктілігін арттыруды талап етеді.

Бұл білім, білік және дағдыларды оқытудың нәтижесі ретінде меңгеруде емес, іс-әрекет түрлері мен әдістерінің жиынтығын меңгеру - барлық өмірлік жағдайларда өте кең таралған және талап етілетін және актердің дайындығына ықпал ететін негізгі құзыреттер жиынтығы. Мақсатқа жету үшін ішкі және сыртқы ресурстарды тиімді ұйымдастыру қажет.

Мұғалімдерге қойылатын талаптар келесі қасиеттерге сай болуы керек:

1. Автономды әрекет ету мүмкіндігі, оның ішінде

- Өзін-өзі сезінуді дамыту және жүзеге асыру қабілеті;

- Таңдау жасау және кеңірек панорама контекстінде әрекет ету мүмкіндігі;

-Болашаққа бағдарлану қабілеті;

-Қоршаған ортаның ерекшеліктерін білу, қалай құруға, міндеттерді орындауға және құқықтарды жүзеге асыруға болатындығын түсіну қабілеті;

- Өмірлік жоспарды анықтау және жүзеге асыру, жеке жобаларды жоспарлау және жүзеге асыру мүмкіндігі.

2. Интерактивті құралдарды пайдалану мүмкіндігі, соның ішінде;

- Белсенді диалог үшін құралдарды пайдалану мүмкіндігі;

- Жаңа құралдардың мүмкіндіктерін білу және оларға жауап беру қабілеті;

- Мақсатқа жету үшін тілді, мәтінді, белгілерді, ақпаратты, білімді, технологияны интерактивті түрде қолдана білу.

3. Әлеуметтік гетерогенді топтарда жұмыс істеу қабілеті, оның ішінде

- Өмірлік тәжірибесі әртүрлі адамдармен тиімді қарым-қатынас жасау мүмкіндігі;

- Жеке тұлғалардың әлеуметтік тапқа жатуынан туындайтын ерекшеліктерді тану қабілеті;

- Әлеуметтік капиталды құру мүмкіндігі;

-Басқалармен жақсы қарым-қатынас орнату, ынтымақтастық, жанжалдарды басқару және шешу қабілеті.

Заманауи маман қанағаттандыруы керек талаптарға дамыған сыни ойлау, мәселелерді шешу, өз бетінше және белсенді әрекет ету, шешім қабылдау, өмір сүру жағдайының өзгеруіне бейімделу қабілеті жатады. Студенттерді өз бетінше білім алуға, оқушылардың қабілеттері мен шығармашылығын дамытуға үйрететін оқытудың жаңа технологияларын іздеу қажет.

Болашақ маманның кәсіби және жеке дамуы деп бірегейлікке, өмір салтына, өзіндік мінез-құлық стратегиясына және әлеуметтік әсердің, кәсіби және басқа да қызметтің әсерінен жүзеге асырылатын іс-әрекетке сүйене отырып, тұлғаны біртіндеп өзгертуге бағытталған дәлелді, мақсатты және саналы процесті түсіну керек.

Педагогикалық көмек тұжырымдамасының негізгі сипаттамаларын болжай отырып, негізінен болашақ мамандардың тұлғалық дамуына бағытталған педагогикалық технологиялардың ішінде мыналарды бөліп көрсетуге болады:

- Студенттерге бағытталған;

- Диалогтік негізге ие болу;

- Рефлексивті;

- Имитациялық ортаны құру;

-Кіріктірілген-белсенді педагогикалық өзара іс-қимылға және пәндік-пәндік қатынастарға сәйкес;

- Мұғалім басқарады.

Мұндай технологияларға болашақ мамандардың кәсіби және тұлғалық дамуына ықпал ететін, бірақ жалпы студенттермен жұмыста сирек қолданылатын студенттерге бағытталған маңызды және тиімді технологиялар ретінде педагогикалық арсеналға бұрыннан енгізілген пікірталастар, диалогтар,

пікірталастар және оқу семинарлары жатады.

Материалдар мен әдістер

Тиімді кәсіби дайындық пен үздіксіз өзін-өзі жетілдірудің шарттарының бірі-білім беру кеңістігінде үздіксіз прогрессивті өзін-өзі дамытуды және өнімді өзін-өзі жүзеге асыруды қамтамасыз ететін жүйелі сапа ретінде студенттердің іс-әрекетін дамыту. А.А. Деркачтың (Деркач, 2015) пікірінше, «агенттік-бұл адамның өмірлік мақсаттарды қою мен оған жетудегі белсенділігін, оның мотивтері мен әлеуетін, ішкі еркіндігі мен шығармашылығын сезінуін көрсететін интегративті тұлғалық қасиет. Бұл өмір траекториясын таңдау кезінде өзін-өзі анықтау процестерін, жеке және кәсіби өсудегі өзін-өзі өзгертуді, іс-әрекеттегі өзін-өзі жүзеге асыруды қарастырады».

С.С. Кашлев студенттің агенттігін адамның әлеуметтік-мәдени ортаға сәтті бейімделу қабілетінде, оқу процесіне қатысушылармен нәтижелі педагогикалық өзара әрекеттесу мүмкіндігінде көрінетін тұлғалық және кәсіби даму жағдайы ретінде қарастырады., сондай-ақ оның дамуына жағдай жасау жауапкершілігін түсінуде (Кашлев, 2001).

Студенттің агенттігі – бұл оқушының белсенділігімен, өзіне деген ішкі бағыттылығымен, яғни мақсаттарды, міндеттерді анықтаумен, іс-әрекет мотивтерін қалыптастырумен және т.б., сонымен қатар сыртқы әлемге бағдарлануымен сипатталатын интегративті тұлғалық қасиет, яғни стандартты емес өмірлік жағдайларда дұрыс шешім қабылдауға дайын болу.

Қарастырылып отырған мәселені шешудің тәсілдері агенттікке негізделген позицияны, оның ішінде болашақ мұғалімдердің кәсіби дайындық кезіндегі ұстанымын дамытуға арналған зерттеулерде ашылған. Авторлар С.Н. Гессен, М.А. Данилов, П.Ф. Каптерев, В.А. Сухомлинский, К.Д. Ушинский және т.б. еңбектеріне сүйенеді. бұл болашақ мұғалімдердің агенттік ұстанымын дамытудың теориялық алғышарттарын анықтады. Агенттіктің санатын қарастырсақ бұл тұжырымдаманың мәнін оның философиялық, психологиялық, педагогикалық сипаттамалары арқылы қарастыруға болады.

Философия «актер», «агенттік» және «субъективтілік» ұғымдарының маңызды сипаттамаларын ашады. Актер дегеніміз-әлеммен байланысқа түсетін, болмыстың және өзінің субъективті ортасын өзгертетін тұлға ретінде анықталады. Субъективтілік адамның іс-әрекеті ретінде психологиялық, рухани және ойлау аспектілері, оның болмысқа қатысуындағы адами қасиеттерді жүзеге асыру, жеке басын тану тұрғысынан қарастырылады.

Агенттік, бұл жағдайда, қоршаған шындықты және өзін-өзі өзгертуге бағытталған іс-әрекет арқылы көрінетін тұлғаның сапасы ретінде сипатталады. Агенттік туралы философиялық түсініктер өзгеріссіз қалған жоқ. Мысалы, философияда агенттік ішкі еркіндік сезімі, қолайсыз жағдайларға қарсы өзін-өзі бекіту қабілеті ретінде анықталды. Ортағасырлық схоластицизмдер адамның агенттігін оның моральдық тазаруға ұмтылуынан, жеке өміріндегі және қоғамдағы табиғи тәртіпті құрметтеуге негізделген адамгершілік әрекеттерді орындауынан көрді. Қайта өрлеу дәуірінде актер бір нәрсені белсенді түрде жасайтын және өзгертетін адам ретінде Т. Мор, Ф. Рабле, Эразм Роттердамдық және т.б анықталды. Неміс классикалық философиясында адамның агенттік идеясы айтарлықтай өзгерді.

И. Кант адамның бостандығы идеясын ұсынды. И.Кант үшін бостандық әлемі талап ретінде көрсетілген моральдық заңға негізделген - адам міндетті (категориялық императив). Жеке тұлғаның еркін әрекеті эгоистік мүдделерді жеңуге және жалпыға бірдей моральдық заңды ұстануға негізделген. И. Канттың философиясында адам-өзін-өзі бағалайтын актер. Г.В.Ф. Гегель актердің

классикалық анықтамасын ұсынды: «актер (субъект) ретінде ұсынылған ойлау-бұл ойлау болмысы бар актерді (субъектіні) ойлаушы ретінде белгілеудің қарапайым көрінісі-бұл мен» деді (Кант, 1790; Гегель, 1807). Экзистенциализм философиясында агенттіктің маңызды сипаттамалары ретінде адамның жеке басының өзін - өзі жетілдіруіне немесе өзін-өзі анықтауы мен шығармашылығына ұмтылу болып табылады. Орыс классикалық философиясында актер мәселесі адамның іс-әрекетімен, өмірге деген сүйіспеншілігімен, ал құдайға деген адамның өзін-өзі жетілдіруге және бостандыққа деген табиғи ұмтылысымен байланысты қарастырылды. Жалпы, қазіргі философия үшін актер категориясы іргелі болып табылады. Актер маңызды қасиеттердің, сипаттамалардың және әрекеттердің тасымалдаушысы ретінде қарастырылады; мақсат қоюға қабілетті әрекеттердің авторы ретінде. Психологияда актер (субъект) осы немесе басқа қызмет түріндегі әрекеттің тасымалдаушысы ретінде анықталады. Актер бастамашылдық пен тәуелсіздік таныта алады, шешім қабылдай алады және жүзеге асыра алады, оның мінез-құлқының салдарын бағалай алады, өзін-өзі өзгерте алады, өзін-өзі жетілдіре алады. Агенттік іс-әрекетті жүзеге асыруға дайындығы ретінде сипатталады, оның бағыты агенттікті анықтайтын тұлғаның құндылық бағдарын көрсетеді.

Психология адамның актер ретіндегі тұжырымдамасын жасады. Актердің өз іс-әрекеті процесінде ішкі айқындылығының маңыздылығына баса назар аударылады. Қоғамдық іс-әрекеттің негізгі түрлерінің (еңбек, қарым-қатынас, таным) маңыздылығына баса назар аударылады, олардың көмегімен сыртқы әрекеттерді интерьерлеу және адам өмірін экстерьерлеу жүзеге асырылады. Тұлға категориясымен салыстырғанда актер ұғымы кеңірек және адамның табиғи, әлеуметтік, жеке қасиеттерінің бірлігін ашады. Сонымен бірге, адам тұлғасы әлеуметтік қатынастар мен саналы іс-әрекеттегі актер ретінде анықталады. К.А. Абулханованың, А.В. Брушлинскийдің, В.А. Петровскийдің және басқалардың пікірінше, 1980-ші жылдардың аяғында психологиядағы агенттік мәселесін зерттеуге көңіл бөлінді, ал тұлғаның агенттігін дамыту мәселесі өзін-өзі дамыту, өзін-өзі қалыптастыру және өзін-өзі жетілдіру проблемаларына байланысты психологиядағы агенттік мәселесін зерттеуде қарастырылды.

Кәсіби іс-әрекеттің шығармашылық сипаты және оларды жүзеге асыру барысында төтенше мәселелерді, оның ішінде мектеп оқушыларының іс-әрекетін дамытумен байланысты мәселелерді шешу қажеттілігі педагогикалық жоғары оқу орындарында студенттердің іс-әрекетін дамыту қажеттілігін тудырады.

Педагогикада адам агенттігінің дамуын зерттеудегі үш бағытты шартты түрде ажыратуға болады. Бірінші бағыт мектеп оқушыларының агенттік мәселелерін қарастырады. К.Д. Ушинский агенттікке байланысты қасиеттер көрінетін іс-әрекетте баланың жан-жақты белсенділігін дамытуға баса назар аударды. К.Н. Вентцельдің педагогикалық концепциясының ортасында студент тұрады. Педагогикалық дамудың ең жоғары мақсаты-баланың шығармашылық бастамашылық әлеуетін және өзін-өзі көрсету еркіндігін дамыту. К.Н. Вентцель баланың рухани дамуын оның өз алдына мақсат қою қабілетімен байланыстырып, оған жетуге ұмтылды. П.Ф. Каптеревтің еңбектерінде оқыту мен тәрбиелеудің негізгі мақсаты оқушының жеке басының өзін - өзі дамытуы ретінде анықталған. Оқытудың тиісті әдісі ретінде ол білімді берік және жылдам меңгеруге, актердің жан-жақты дамуына әкелетін әдісті көрсетеді. В.А. Сухомлинскийдің білім беру жүйесінің орталығы-оқушының жеке басы және оның рухани дамуы. Оқу іс-әрекетінің мақсаты В.А. Сухомлинскийдің пікірінше, «Әр адамның бойында жаратушыны ашу, оны өзіндік, шығармашылық, интеллектуалдық, толыққанды еңбек жолына салу» - деді.

В.В. Давыдов актер тәрбиенің арқасында сана, тәуелсіздік, жауапкершілік,

білімге байланысты бастамашылық сияқты қасиеттерге ие болған кезде толыққанды іс-әрекеттерді жүзеге асыратынын атап өтті. (Сухомлинский, 1990; Давыдов, 2008). Мектеп оқушысының білім берудегі актер ретінде дамуы өзін-өзі өзгерту және жетілдіру процесінде жүреді. С.И. Осипова (Осипова, 2012) агенттіктің дамуы оқушының білім берудің жеке маңызды мазмұнын таңдауға және құруға қатысуы арқылы қамтамасыз етілетіндігін баса айтады. Білім беру мазмұнының дизайны өз идеялары мен бастамаларын көрсетуге, мұғалім үшін де, бала үшін де өз іс-әрекетінің мазмұнын дамытуға мүмкіндік береді.

Педагогикалық теорияда мектеп оқушылары агенттігінің критерийлері анықталған, студенттік агенттіктің негізгі критерийлері мыналар болып саналады:

- Өзін-өзі тәрбиелеу міндеттерін өз бетінше шешетін актер ретінде өзін-өзі тану;

- Оның зияткерлік еңбегінің басқа адамдар үшін маңыздылығын түсіну;

- Өз мақсаттарына жету үшін ақпаратты табу, түрлендіру және пайдалану мүмкіндігі;

- Рефлексия қажеттілігі оның мінез-құлқын саналы түрде реттеудің шарты ретінде.

Екінші бағыт мұғалімнің агенттігін дамыту мәселелерін О.А. Абдулина, П.П. Блонский, Я. Корчак, А.С. Макаренко, Н.Я. Мажар, М.М. Рубинштейн, В.А. Слостенкин және т.б. еңбектерінде қарастырады. Я.А. Коменский, С.А. Макаренко, Ю.Х. Песталоцци, Л.Н. Толстой және басқалар мұғалімнің жеке қасиеттерін қалыптастыру міндетін мектеп оқушысының ерік-жігерін дамытумен байланыстырды.

Дж. Корчак мұғалімнің басты қасиеттері «бала-біз сияқты құнды тұлға» екенін көре білу және оған гуманитарлық тұрғыдан қарау қабілеті деп есептеді. П.П. Блонскийдің мұрасы мұғалімнің агенттігін шығармашылықтың, бастамашылдықтың, тәуелсіздіктің иесі, өзін-өзі анықтауға қабілетті тұлға ретінде дамыту идеясын айқын көрсетеді. П.П. Блонскийдің пікірінше, болашақ мұғалімді даярлау кезінде шектеулі мамандандыруға асықпау керек (Блонский, 2016), психологиялық-педагогикалық пәндерді оқытудағы шамадан тыс академизмді алып тастау керек. М.М. Рубинштейн агенттікті дамыту кезінде төрт аспектіні ажырату қажет екенін атап өтті (Рубинштейн және т.б., 1926).

1) Табиғат оған не бергенін анықтау;

2) Өз бойында нені дамыту керек екенін анықтау;

3) Теориялық жұмыс барысында оған ғылым не беруі және нені игеруі керектігін анықтау;

4) Ол «осы табиғи және мәдени топырақта оларды синтездеу және олармен тікелей және тікелей өмірлік әрекеттерге көшу арқылы» өз бойында не жасау керектігін анықтау.

Рубинштейн мұғалімдерді дайындаудағы толықтық өзін-өзі алдау деп есептеді, өйткені нағыз мұғалім — оқитын және шығармашылық ізденістегі адам. Сондай-ақ мұғалімнің шығармашылық күштері мен қабілеттеріне деген сенімін қорғады. Ол мұғалімді педагогикалық іс-әрекеттегі актер ретінде қарастырды, ол негізгі мақсатты – бүкіл ұжымға, белгілі бір тұлғаға тәрбиелік әсер етуді және сонымен бірге өзін өзгертуді көздеді. Мұғалім агенттік қызметке орналаса отырып, осылайша жеке және кәсіби позицияларды синтездейді. Мұғалімді кәсіби іс-әрекетке даярлауда мұғалімнің маман ретіндегі мұғалім мен тұлға, азамат ретіндегі мұғалімнің кәсіби білімі, іскерлігі мен дағдысы арасындағы алшақтықты жою міндетін ұсынады (Беркенова, 2011; Абықанова ж.т.б., 2016).

Студенттердің әрекет ету қабілетінің дамуын теориялық талдау және зерттеу мынаны көрсетті:

- Психологиялық-педагогикалық пәндердің мазмұнын жаңарту кезінде студенттердің агенттік туралы білімдерін өзектендіру;

- Студенттерді ұйымдастырушылық және белсенділікке бағытталған ойынға тарту олардың агенттіктерін дамытуға ықпал етеді.

Біз педагогикалық қолдауды дамыту және оны интегралды оқу процесіне енгізу педагогикалық жоғары оқу орны студенттерінің агенттігінің дамуына ықпал ететіндігіне сүйендік. Педагогикалық жоғары оқу орны студенттерінің агенттіктің даму процесі, ең алдымен, олардың құндылық идеяларының дамуымен, педагогикалық шындықтың құндылық аспектілерінің мәні, құрылымы, мазмұны туралы білімдерімен агенттіктің танымдық компонентінің дамуымен байланысты.

Педагогикалық қолдауды, оның ішінде агенттіктің танымдық компонентін жүзеге асыру кезінде студенттердің агенттігін өзектендіру үшін ғылыми-педагогикалық білімді қалай жобалау және ұсыну керектігін анықтау қажет болды. Осыған байланысты біз студенттердің агенттікті жеке және кәсіби құндылық ретінде тануы тұрғысынан психологиялық-педагогикалық пәндердің әлеуетті мүмкіндіктерін анықтау және осыған байланысты оқу процесінің мазмұнындағы қажетті өзгерістерді негіздеу міндетін қоямыз. Психологиялық-педагогикалық пәндердің мазмұнына студенттерге кәсіби және жеке ұстанымын анықтайтын кәсіби-педагогикалық іс-әрекеттің тұжырымдамалық бейнесін қалыптастыру үшін қажетті педагогикалық идеялар, теориялар, тұжырымдамалар, категориялар, эмпирикалық фактілер жүйесі енеді. Бұл білім саласы кәсіби — педагогикалық пәндік және жалпыадамзаттық адами құндылықтарды жанама түрде қамтиды.

Нәтижелер және талқылау

Тәжірибеде көрсеткендей, жоғары оқу орындарындағы дәстүрлі білім өзінің стандартты формаларымен, әдістерімен, құралдарымен, мазмұнымен, мақсаттарымен, міндеттерімен студенттердің агенттігін жеткілікті түрде дамытпайды. Сондықтан педагогика және психология мамандығының студенттері психологиялық-педагогикалық пәндерді оқыған кезде оқытудың интерактивті әдістері сыналды. Бұл әдістер ең тиімді болып шықты және жоғары оқу орындарының оқу бағдарламаларының талаптарына сай болды.

Біз осы талаптарға толық жауап беретін және студенттердің тиімді дамуын қамтамасыз ететін интерактивті оқыту әдістерінің мысалдары келтірілді. Болашақ семинар әдісі оқу процесін жандандыруға көмектеседі, оқуға деген ынтаны дамытады, оқушылардың дайындық деңгейі мен материалды білу деңгейін бағалауды қалыптастырады, сыни тұрғыдан ойлау мен проблемаларды шешу қабілеттерін дамытуға ықпал етеді. Кейс - стади әдісі жағдайды талдауға үйретеді, негізгі мәселелерді анықтау, дұрыс шешімдерді таңдау, іс-әрекеттер тізбегін қалыптастыру қабілеттерін дамытуға көмектеседі. Шешім ағашы әдісі шығармашылық ойлауды дамытады, күтілетін нәтижені болжау қабілетін қалыптастырады, қажет болған жағдайда өз бетінше түзетулер енгізеді, мақсатты іске асырудың жаңа әдістері мен тәсілдерін іздеу дағдыларын дамытуға ықпал етеді. Пікірталасқа негізделген оқыту жеке және кәсіби қасиеттерді, өз пікірін дәлелді түрде қорғау дағдыларын дамытады, іскерлік қарым-қатынас пен көпшілік алдында сөйлеу дағдыларын дамытуға ықпал етеді.

Педагогика және психология мамандығы бойынша оқитын студенттермен психологиялық-педагогикалық пәндерді оқу кезінде жоғарыда аталған интерактивті оқыту әдістерін жүзеге асыру мысалдарын қарастырайық. «Заманауи білім беру технологиялары» пәнін оқу барысында болашақ практикumның интерактивті оқыту әдісі «Қазіргі заманғы технологияларды қолдану мұғалімнің педагогикалық құзыреттілігінің көрсеткіші ретінде» тақырыбын меңгеру үшін қолданылады. Бұл әдісті енгізу екі кезеңде жүзеге асырылды. Оқушылар екі

топқа бөлінді. Бірінші кезеңде студенттер келесі сұрақтарға жауап беріп, келесі проблемалық сұрақтардың себептерін тізімін жасау керек болды: «Оқушы қашан оқуға қызығушылық танытпайды?» және «Мұғалім қай кезде сабақ беруге қызықпайды?». Біраз тренингтен кейін осы сұрақтар бойынша пікірталас жүргізілді. Екінші кезеңде оқушылар «Дәстүрлі және инновациялық оқытудың салыстырмалы ерекшеліктері» кестесін толтыру керек болды. Дәстүрлі және инновациялық оқытуды салыстыру келесі параметрлер бойынша жүргізілді: оқу мақсаттары, оқушылардың сабақтағы танымдық іс-әрекетінің мотивациясы, оқыту әдістері, мұғалімнің ұраны мен жетекші ұстанымы, мұғалімнің ұстанымы мен мінез-құлық стилі, оқушының ұстанымы мен мінез-құлық стилі, бағалау, оқу нәтижелері, қарым-қатынас, рефлексия. Топта тапсырманың шешімін талқылауға 20 минут уақыт болды. Әр топтың өкілі салыстырмалы талдау нәтижелерін дәлелді түрде ұсынды, содан кейін бүкіл топ топтардың жұмысының нәтижелерін талқылады. Бұл әдіс оқушылардың сабақта зейінін белсендіруге, сонымен қатар оқушылардың сыни ойлауын дамытуға көмектесті.

Сабақта қолданылған келесі әдіс-кейс-стади әдісі. Бұл әдіс «Инклюзивті білім беру» пәні мен «Инклюзивті білім беруді ұйымдастырудағы халықаралық тәжірибе» тақырыбына байланысты практикалық сабақта қолданылды. Кейс-стади құрылымына кіріспе (өзектілік және миссия туралы мәлімдеме), проблема және шешілетін материалдар (тақырып бойынша құрылымдалған) кіреді. Іс сонымен қатар әртүрлі авторлардың көзқарастарын білдіретін проблемалық мақалаларды қамтуы мүмкін.

Бұл әдіс шешім қабылдау алгоритмін жасауға, жағдайды зерттеуге қажетті дағдыларды игеруге, іс-шаралар жоспарын жасауға, алған теориялық білімдерін басқа мамандардың көзқарасын ескере отырып тәжірибеде қолдануға мүмкіндік береді. Бұл бастамашылдық, әртүрлі жағдайларда іс-әрекетке дайын болу және оларға икемді әрекет ету қабілеті сияқты қасиеттерді дамытады. Іс бойынша жұмыс жасай отырып, студенттер бір мәселенің бірнешеуін тәуелсіз шешімдерін ұсына алады. Кейс-стади әдісі екі кезеңнен тұрды: ұйымдастырушылық және дайындық. Ұйымдастыру кезеңінде осы әдісті қолдану тәсіліне сәйкес студенттер мұғалім ұсынған жағдайды талқылады. Студенттердің оқу тобында қарсылас, спикер, сарапшы таңдалды. Спикер топтық талқылауларды ұйымдастыруға және ортақ пікірді қалыптастыруға қатысты. Қарсыластың міндегі-мүқият тыңдау және көрсетілген мәселе бойынша сұрақтарды нақтылау немесе тұжырымдау. Сарапшыдан топтағы әрбір студенттің ұсынылған ұстанымы туралы құнды пікір қалыптастыруды сұрады. Дайындық кезеңінде тапсырмалар шешілді. Топтағы әрбір оқушыға берілген жағдайды талдау, өз көзқарасын білдіру, мәселені шешу алгоритмін ұсыну және қорытынды жасау тапсырмасы берілді. Студенттерге келесі тапсырмалар ұсынылды:

1. Қазақстан мен Финляндиядағы инклюзивті білім берудің қазіргі жағдайына талдау жасау.
2. Осы елдердегі инклюзивті білім берумен байланысты қандай оң нәтижелерді атап өтуге болады?
3. Финляндияның инклюзивті білім беру тәжірибесінен не үйренуге болады?

Бұл әдіс студенттердің жеке және ұжымдық іс-әрекеттегі білімін, ситуациялық хабардарлығын, жеке және кәсіби қасиеттерін жақсартады.

Келесі интерактивті оқыту әдісі шешім ағашы әдісі болып табылады. Бұл әдіс «Тәрбие жұмысының теориясы мен әдістемесі» оқу пәні аясында «Мектептегі сыныптан тыс жұмыстарды ұйымдастыру» тақырыбын оқу барысында тәжірибелік сабақта қолданылды. Шешім ағашы әдісі мәселенің шешімін табуға көмектеседі,

студенттерге шешім қабылдау механизмін талдауға және жақсы түсінуге көмектеседі. Бұл әдісті жүзеге асыру үшін оқушыларды топтарға біріктіреді (5–6 адам), олардың әрқайсысы мәселені талқылап, өз бетінше «ағашқа» (қағазға) жазба жасайды. Топтар жаңа идеяларды қосу арқылы «ағаштар» алмасады. Бұл әдіс өзгертілген және тақырыпта өзгертілген («Ұсыныс ағашы» және «Кім көп шешім қабылдайды?»). Осылайша, практикалық сабақ үшін студенттерге келесі тапсырма берілді: әр түрлі жастағы студенттерге арналған үйірме атауларын мүмкіндігінше көп ойлап табу, тақтаға ағаш түріндегі суреті бар стикерлерді жапсыру. Тапсырма оқушылардың жобаға байланысты дағдыларын дамытуға көмектесті.

Өнімді интерактивті әдістердің бірі — пікірталасқа негізделген оқыту. Бұл әдіс «Мұғалім мансабындағы имидж» пәніне байланысты сабақта «Қатынас мінез-құлық стратегиясы» тақырыбын оқу барысында пайдаланылады. Оқушыларға шығармашылық тапсырманы орындау ұсынылды. Олар өз бетінше кіші топтарға бөлінді. Шешімді бірнеше авторлар осы тақырып бойынша презентация және пікірталас түрінде ұсынды. Спикерлер шешім ұсынылған 20 слайдты көрсетті. Бұл форма оқушылардың дайындық деңгейін көрсетті. Пікірталас мәселені жан-жақты және терең шешуге мүмкіндік беріп қана қоймай, сонымен қатар қатысушыларды ол туралы ойлануға, өз ұстанымын анықтауға, басқалардың мәселеге өз көзқарасын білдіру құқығын жүзеге асыра отырып, өз көзқарасын қорғауға үйренуге ынталандырды.

Қорытынды

Осылайша, оқытудың интерактивті әдістерін қолдану жеке тұлғаға болашақ кәсіби қызметі үшін маңызды ішкі сәтсіздіктерді барынша анықтауға және студенттердің агенттік компоненттерінің тиімді дамуын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Интерактивті әдістер білім беру ықпалының күшеюіне ықпал етеді, өйткені оларды қолдану барысында студенттер басқа адамдармен қарым-қатынас жасау кезінде өз сөздерінде демократиялық және еркін бола бастайды. Интерактивті білім берудің мәні мынада: оқу процесінде оқушылардың барлығы дерлік танымдық процеске тартылатындай етіп ұйымдастырылған және олар өз білгендерін, осыған байланысты не ойлайтынын түсініп, көрсете білуі керек. Таным процесінде студенттердің бірлескен іс-әрекетінде көрініс табатын білім, идеялар, іс-әрекет әдістерімен алмасу жүреді, олардың әрқайсысы оқу материалдарының дамуына өзіндік үлес қосады және бұл бір-бірінің мейірімділігі мен өзара қолдауы аясында орын алады, бұл жаңа білім алуға мүмкіндік беріп қана қоймайды, сонымен қатар танымдық іс-әрекеттің өзін дамытады, оны ынтымақтастық пен ынтымақтастықтың жоғары формаларына аударады. Пәннің ерекшелігі, интерактивті әдістердің сипаттамалары-бұл субъектілердің өзара әрекеттесуінің, қатысушылардың өзара әрекеттесуінің, эмоционалды, рухани біртұтастықтың жоғары бір бағытты белсенділігі. Интерактивті әдістерді қолдана отырып, студенттердің түсіну процесіне толыққанды қатысушылар. Олар сыни тұрғыдан ойлауға, күрделі кәсіби міндеттерді шешуге дайын екендіктерін көрсетуге, белсенді, талапшыл, өз іс-әрекеттеріне жауапкершілікпен қарауға, адамгершілік қасиеттерін көрсетуге үйренеді. Заманауи білім беру жүйесінде болашақ мұғалімдерді командада, ұжымда жұмыс істей алатын адамдарды ажыратуға қабілетті заманауи техникалық ортада күрделі қосымша техникалық жүйелерді ойлауға, жобалауға, енгізуге және басқаруға үйрету қажет. Білім беру саласында болып жатқан халықаралық тенденциялар университет түлегінің тәжірибеге бағытталған білімінің тереңдігіне, оның жаңа өнімдерді, жүйелер мен қызметтерді құру мен пайдаланудағы құзыреттілігіне, сондай - ақ маңыздылығы мен стратегиялық маңыздылығын түсінуіне ерекше талаптар қояды.қоғамның

қарқынды дамуының маңызы. Сонымен қатар, әлемдік білім беру саласындағы көшбасшылардың тәжірибесі олардың өндірістік жүйелерінің жетістігі олардың бірегей және қайталанбас ресурстарды құру қабілетіне байланысты екенін көрсетеді.

Студентке бағытталған технологиялардың басты айырмашылығы-олардың болашақ маманның жеке басына, оның әлеуметтік және жеке маңызды қасиеттерін дамытуға, оның шығармашылық және әлеуметтік қызметіне нық бағдарлануы. Жоғарыда аталған студенттерге бағытталған технологиялардың ішінде пікірталас пен диалогқа ерекше мән беріледі. Интерактивті оқыту мен оқыту белсенді өзара әрекеттесу үшін қолданылады. Бұл студенттерге өзара әрекеттесу тәжірибесінен сабақ алуға көмектеседі. Тәжірибе жинақтаумен жұмыс интерактивті оқытудың өзіне тән ерекшелігі болып табылады.

Аталмыш мақала ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің 2023–2025 жж. жүзеге асырылатын АР19678668 «Discord цифрлық платформасы базасында ауылдық шағын жинақты мектеп мұғалімдерін қашықтан кәсіби оқытудың интерактивті (интербелсенді) бағдарламасын әзірлеу» гранттық қаржыландыру аясында дайындалды.

ӘДЕБИЕТ

Абыканова Б., Билялова З., Махатова В., Ыдырысов С., Нұғыманова С. (2016). Табысты оқу үшін оқушылардың шығармашылық қызметін жандандырудың психологиялық-педагогикалық шарттары Халықаралық экологиялық және ғылыми білім журналы. — №11(10), — 3333–3343. — 256

Беркенова Г.С. (2011). «Интерактивті оқыту ЖОО-да мамандарды кәсіби даярлауды жетілдіру шарты ретінде». — Батыс. Қарағанды ун-та. Серия: Педагогика. — Т. 3. — 65–71 б.

Блонский П.П. (2016). Психология және педагогика. Психология және педагогика. Таңдалған еңбектер. — М.: Юрайт, Мәскеу.

Давыдов В.В. (2008). Жалпы психология бойынша дәрістер, Академия. — ISBN: 978-5-7695-4640-2.

Деркач А.А. (2015). «Кәсіби субъективтілік психологиялық-акмеологиялық құбылыс ретінде». Акмеология. 4. — №56. — 9–19 б.

Гегель Г.В.Ф. (1807). «Рух феноменологиясы», Оксфорд университетінің баспасы. — Нью-Йорк. Кант И. (1790). «Сот сыны» (аударған Джеймс Крид Мередит 2009 ж.), — Оксфордтың әлемдік классикасы.

Кашлев С.С. (2001). Университеттік білім берудегі университеттің педагогикалық процесінде студенттің субъективтілігін дамытудың педагогикалық шарттары: тиімді оқытудан тиімді оқытуға дейін: екінші Бүкілресейлік ғылыми-практикалық конференция материалдары, Беларусь мемлекеттік университеті, білім беруді дамыту орталығы. — ПроPILEя, Минск, Беларусь. — 95–102 б.

Осипова С.И. (2012). Педагогикалық зерттеулердегі математикалық әдістер. С. и. Осипова, Сібір федералды университеті. — Красноярск.

Рубинштейн М.М., Игнатьев В.Е. (1926). Психология, педагогика және жастар гигиенасы. — Мәскеу.

Сухолинский В.А. (1990). Нағыз адамды қалай тәрбиелеу керек. Педагогика. — ISBN: 5-7155-0145-8.

REFERENCES

Abykanova B., Bilyalova Z., Makhatova V., Idrissov S., Nugumanova S. (2016). Psychological and pedagogic conditions of activating creative activity in students for successful learning International Journal of Environmental and Science Education. — №11(10). — 3333–3343, 256

Berkenova G.S. (2011). 'Interaktivnoye obucheniye kak usloviye sovershenstvovaniya professionalnoy podgotovki spetsialistov v vuze' [Interactive learning as a condition for improving the professional training of specialists at a HEI]. — Vestn. Karagandinskogo un-ta. Seriya: Pedagogika. — Vol. 3. — 65–71.

Blonsky P.P. (2016). Psikhologiya i pedagogika. Izbrannyye trudy [Psychology and pedagogy. Selected Works]. Yurayt, — Moscow.

Davydov V.V. (2008). Lektsii po obshchey psikhologii [Lectures on general psychology], Akademiya. — ISBN: 978-5-7695-4640-2.

Derkach A.A. (2015). 'Professionalnaya subyektnost kak psikhologo-akmeologicheskiy fenomen' [Professional agency as a psychological-acmeological phenomenon], Akmeologiya. — Vol. 4. — №56. — 9–19.

Hegel G.W.F. (1807). The Phenomenology of Spirit, Oxford University Press. — New York.
Kant I. (1790). Critique of Judgement (translated by James Creed Meredith in 2009). — Oxford World's Classics.

Kashlev S.S. (2001). 'Pedagogicheskiye usloviya razvitiya subyektnosti studenta v pedagogicheskom protsesse vuza' [Pedagogical conditions for the development of the agency of a student in the pedagogical process in a HEI] in University Education: From Effective Teaching to Effective Learning: Proceedings of

the Second Nationwide Scientific Practical Conference, Belarusian State University, Centre for Educational Development, Propilei — Minsk, Belarus. — 95–102.

Osipova S.I. (2012). Matematicheskiye metody v pedagogicheskikh issledovaniyakh [Mathematical methods in pedagogical research], Sibirskiy federalnyy universitet. — Krasnoyarsk.

Rubinstein M.M., Ignatiev V.E. (1926). Psikhologiya, pedagogika I gigiyena yunosti [Psychology, pedagogy, and hygiene of youth]. — Moscow.

Sukhomlinsky V.A. (1990). Kak vospitat nastoyashchego cheloveka [How to raise a true person]. — Pedagogika. — ISBN: 5-7155-0

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 43–56
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.265>

MPHTИ 14.35.07
УДК 004.931

© **Zh.Zh. Azhibekova, D.I. Ussipbekova*, B. Djakhanova, B.K. Zhylanbaeva, A.N. Tursun, 2024**

Kazakh National University named after S.D. Asfendiyarova, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: d.ussipbekova20@gmail.com

REMOVING CLOUDS AND NEBULAE FROM SPACE IMAGES USING MACHINE LEARNING METHODS

Azhibekova Zhanar Zhubandikovna — Candidate of sciences in pedagogical, head of the department of information communication technologies, Kazakh National University named after S.D. Asfendiyarov, Almaty, Kazakhstan

E-mail: Azhibekova.z@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-4396-1261>;

Ussipbekova Dinara Izbasarovna — PhD, Lecturer of the department of information communication technologies, Kazakh National University named after S.D. Asfendiyarov, Almaty, Kazakhstan

E-mail: d.ussipbekova20@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-8567-6274>;

Djakhanova Baktykul — Lecturer of the department of information communication technologies, Almaty, Kazakhstan

E-mail: djakhanova.b@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0009-0007-3214-8279>;

Zhylanbaeva Balkiya Kalibaevna — Lecturer of the department of information communication technologies, Almaty, Kazakhstan

E-mail: zhylanbaeva.b@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0009-0009-6333-4669>;

Tursun Assel Nurzhanqyzy — Assistant of the department of information communication technologies, Kazakh National University named after S.D. Asfendiyarova, Almaty, Kazakhstan

E-mail: tursun.assel@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-0738-4048>.

Abstract. This research paper examines modern methods for removing clouds and nebulae from space images using advanced deep learning technologies such as conditional generative networks (cGAN), cyclic generative networks (cycle GAN) and Space-Attention GAN (SpA GAN). The problem of cloud cover is a pressing challenge for remote sensing, limiting the accuracy of data analysis and interpretation in areas including environmental monitoring and natural resource management. The presented methods are innovative approaches to solve the problem by using spatial attention mechanisms to identify and subsequently remove clouds from images. Such techniques make it possible to restore information previously hidden under the clouds, which significantly improves the quality of space data and expands their potential in various fields of application. The article also highlights the prospects for using these methods and calls for further research aimed at improving cloud removal algorithms, taking into account various conditions for their detection, as well as increasing the overall efficiency of deep learning in the context of satellite image processing. The proposed approaches can play a key role in improving

data quality and introducing new capabilities for scientific and applied tasks related to Earth remote sensing.

Keywords: Conditional generative networks, Cyclic generative networks, Space-Attention GAN, Deep learning technologies, Cloud removal

Conflict of interest: *The authors declare that there is no conflict of interest.*

© **Ж.Ж. Ажибекова, Д.И. Усипбекова*, Б.Н. Джаханова, К. Жыланбаева, Ә.Н. Түрсун, 2024**

С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық Медициналық Университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: d.ussipbekova20@gmail.com

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН ҒАРЫШТЫҚ КЕСКІНДЕРДЕН БҰЛТТАР МЕН ТҰМАНДЫҚТАРДЫ ЖОЮ

Аннотация. Бұл ғылыми мақалада шартты генеративті желілер (cGAN), циклдік генеративті желілер (cycle GAN) және Space-Attention gan (SpA gan) сияқты терең оқытудың озық технологияларын қолдана отырып, ғарыштық бейнелерден бұлттар мен тұмандықтарды жоюдың заманауи әдістері қарастырылған. Бұлтты қамту мәселесі қоршаған ортаны бақылау мен табиғи ресурстарды басқаруды қоса алғанда, салалардағы деректерді талдау мен түсіндірудің дәлдігін шектейтін қашықтықтан зондтаудың өзекті мәселесі болып табылады. Ұсынылған әдістер кескіндердегі бұлттарды анықтау және кейіннен жою үшін кеңістіктік зейін механизмдерін қолдана отырып, мәселені шешудің инновациялық тәсілдерін ұсынады. Мұндай әдістер бұрын бұлт астында жасырылған ақпаратты қалпына келтіруге мүмкіндік береді, бұл ғарыштық деректердің сапасын едәуір жақсартады және олардың әртүрлі қолданбаларда әлеуетін кеңейтеді. Мақала сонымен қатар осы әдістерді қолдану перспективаларын бөліп көрсетеді және бұлтты жою алгоритмдерін жетілдіруге, оларды анықтаудың әртүрлі жағдайларын ескеруге, сондай-ақ ғарыштық кескіндерді өңдеу кезінде терең оқытудың жалпы тиімділігін арттыруға бағытталған қосымша зерттеулерге шақырады. Ұсынылған тәсілдер деректер сапасын жақсартуда және Жерді қашықтықтан зондтауға байланысты ғылыми және қолданбалы тапсырмалар үшін жаңа мүмкіндіктерді енгізуде шешуші рөл атқаруы мүмкін.

Түйін сөздер: Шартты генеративті желілер, Циклдік генеративті желілер, Space-Attention GAN, Тереңдетіп оқыту технологиялары, Бұлтты жою

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

© **Ж.Ж. Ажибекова, Д.И. Усипбекова***, Б.Н. Джаханова, К. Жыланбаева,
Ә.Н. Түрсун, 2024

Казахский национальный университет имени С.Д. Асфендиярова.

E-mail: d.ussipbekova20@gmail.com

УДАЛЕНИЯ ОБЛАКОВ И ТУМАННОСТЕЙ С КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Ажибекова Жанар Жубандыковна — кандидат педагогических наук, заведующий кафедрой «Информационно-коммуникационные технологии», Казахский национальный университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан

E-mail: Azhibekova.z@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-4396-1261>;

Усипбекова Динара Избасаровна — PhD, лектор кафедры «Информационные коммуникационные технологии», Казахский национальный университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан

E-mail: d.ussipbekova20@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-8567-6274>;

Джаханова Бактыкул Нурсагатовна — лектор кафедры «Информационные коммуникационные технологии», Казахский Национальный Университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан

E-mail: djakhanova.b@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0009-0007-3214-8279>;

Жыланбаева Балкия Калибаевна — лектор кафедры «Информационные коммуникационные технологии», Казахский национальный университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан

E-mail: zhylanbaeva.b@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0009-0009-6333-4669>;

Түрсун Әсел Нұржанқызы — ассистент кафедры «Информационные коммуникационные технологии», Казахский Национальный Университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан

E-mail: tursun.assel@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-0738-4048>.

Аннотация. В данной научной статье рассматриваются современные методы удаления облаков и туманностей с космических изображений с применением передовых технологий глубокого обучения, таких как условные генеративные сети (cGAN), циклические генеративные сети (cycle GAN) и Space-Attention GAN (SpA GAN). Проблема облачных покрытий является актуальным вызовом для дистанционного зондирования, ограничивая точность анализа и интерпретации данных в областях, включая мониторинг окружающей среды и управление природными ресурсами. Представленные методы представляют собой инновационные подходы к решению проблемы, используя механизмы пространственного внимания для выявления и последующего удаления облаков на изображениях. Такие техники позволяют восстановить ранее скрытую под облаками информацию, что существенно улучшает качество космических данных и расширяет их потенциал в различных областях применения. Статья также выделяет перспективы использования указанных методов и призывает к дальнейшим исследованиям, направленным на совершенствование алгоритмов удаления облаков, учет различных условий их обнаружения, а также повышение общей эффективности глубокого обучения в контексте обработки космических изображений. Предложенные подходы могут играть ключевую роль в улучшении качества данных и внедрении новых возможностей для научных и прикладных

задач, связанных с дистанционным зондированием Земли.

Ключевые слова: условные генеративные сети, циклические генеративные сети, привлечение пространственного внимания, технологии глубокого обучения, удаление облаков

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Қазіргі ғарыштық зерттеу және қашықтықтан зондтау дәуірінде (Чжан, 2021), ғарыштық кескіндерді талдаудың прогрессивті әдістері (Фотсо, 2021; Асокан, 2020) деректердің қолжетімділігі мен толықтығын айтарлықтай шектей алатын бұлттық камтумен ұсынылған кедергілерге тап болады (Раджмохан, 2021). Бұл мәселе қоршаған ортаны бақылау, ауылшаруашылық жоспарлау және табиғи ресурстарды басқару (Дәуренбеков, 2024) сияқты салаларға айтарлықтай әсер ететін ақпаратты талдау мен түсіндіруде қиындықтарға әкеледі. Бұлттар мен тұманмен көлеңкеленген (Есенова, 2023) ғарыштық кескіндерден ақпаратты дәл алу мүмкіндігі осы деректердің сапасын жақсартудың және осылайша әртүрлі қолданбаларда тиімді пайдаланудың негізгі факторына айналады (Мурзабекова, 2023). Бұл жұмыста шартты генеративті желілер (сGAN) (Тусупов, 2024), циклдік генеративті желілер (cycle gan) (Ұзаққызы, 2023) және Space-Attention GAN (SpA gan; Дин, 2020) сияқты терең оқыту әдістері осы шектеулерді жеңудің революциялық шешімдерін ұсынады.

Бұл ғылыми мақала ғарыштық кескіндерден бұлттар мен тұмандықтарды жою мәселесінде сGAN, cycle gan және SpA gan негізіндегі тәсілдерді қарастыруға және салыстыруға бағытталған. Біз олардың қолданылуын, тиімділігін және жасырын ақпаратты қалпына келтірудегі перспективаларын талқылаймыз, бұл деректер сапасының айтарлықтай жақсаруына және Жерді қашықтықтан зондтау саласындағы ғылыми және практикалық қосымшалардың мүмкіндіктерін кеңейтуге әкелуі мүмкін (Ян, 2024). CGAN, cycle gan және SpA gan ұсынған терең оқытудағы технологиялық прогресс (Зуо, 2024) ғарыштық кескіндерді өңдеуде жаңа перспективалар ашады (Ян, 2023). Жасанды интеллект пен генеративті алгоритмдерді қолдана отырып, бұл әдістер бұлтты жабындарды анықтап қана қоймай, олардың астындағы жасырын ақпаратты қалпына келтіру арқылы оларды белсенді түрде жоя алады. Ұсынылған тәсілдердің әрқайсысының бірегей сипаттамалары тапсырманың нақты талаптары мен деректердің ерекшеліктеріне байланысты ең жақсы құралды таңдауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл мақала терең оқытуды қолдана отырып, бұлтты жою әдістерін одан әрі зерттеуге және жетілдіруге шақырады. Бұлттардың әртүрлі түрлеріне және түсіру жағдайларына бейімделген алгоритмдерді дамыту (Лулечи, 2023), сондай-ақ желілердің жалпы өнімділігін жақсарту болашақ зерттеулер үшін маңызды бағыттарға айналуға мүмкіндік береді. Ғарыштық кескіндерден бұлттарды жоюдың тиімді және дәл әдістері Жерді қашықтықтан зондтауды ғылыми зерттеу және практикалық қолданудың жаңа кезеңін енгізу арқылы осы деректердің қолжетімділігі мен құндылығын айтарлықтай арттыра алады.

Бұл мақалада (Кулкарни, 2023) авторлар астрономияда жасанды интеллект (AI) және терең оқыту әдістерінің қолданылуын зерттеп, Галактикалық жазықтықтағы Кең жолақты тар өрісті кескіндеріндегі планеталық тұмандықтарды (PNe) анықтау мәселесіне назар аударды. Деректер көлеміне және заманауи

астрономиялық зерттеулердің қамтылуына байланысты Дәстүрлі рне визуалды іздеулері айтарлықтай уақытты қажет етеді. Авторлар жоғары дәлдікке және кері қайтарып алу жылдамдығына қол жеткізе отырып, INT Фотометриялық зерттеуі мен Гонконг/ААО/Страсбург дерекқорындағы деректерге негізделген алгоритм әзірледі. Содан кейін бұл алгоритм Vst Фотометриялық зерттеуіне қолданылды, онда мыңдаған нысандар, соның ішінде оптикалық спектроскопияны кейінгі зерттеу үшін 815 жаңа жоғары сапалы PNe үміткерлері анықталды. Зерттеу заманауи астрономиялық зерттеулер нәтижесінде алынған деректердің үлкен көлемін өңдеудегі жасанды интеллект технологияларының тиімділігі мен сенімділігін көрсетеді және аспан объектілерін объективті және қайталанатын сәйкестендіруді қамтамасыз етеді.

Бұл мақалада (Чен, 2021) авторлар атмосфералық тұманға байланысты ауадағы кескін сапасының деградациясы мәселесін зерттеді, бұл әскери бақылау және жер сілкінісін бағалау сияқты жоғары деңгейдегі қосымшалардың дәлдігіне айтарлықтай әсер етеді. Авторлар тұманды алып тастағаннан кейін аэрофототүсірілімдердің сапасын жақсарту үшін кеңістіктік зейінді тәсілді қолдана отырып, орын ауыстыру экстракциясымен деформацияланатын көп басты зейінді қолданатын жаңа әдісті ұсынады. Синтетикалық және нақты деректер бойынша эксперименттік нәтижелер, сондай-ақ ауқымды абляциялық зерттеу ұсынылған әдістің аэрофотосуреттердегі тұманды кетірудің қолданыстағы тәсілдерінен артықшылығын көрсетеді.

Нәтижелер SpA gan бұлтты жоюдың артықшылықтарын және жер бетін дәлірек талдау мүмкіндігін көрсете отырып, кескінді өңдеуге арналған терең оқыту саласындағы соңғы зерттеулерге сәйкес келеді. Бұл жұмыс осы әдістерді қолдану перспективаларын бөліп көрсетеді және бұлттарды жою алгоритмдерін жетілдіруге, оларды анықтаудың әртүрлі жағдайларын ескеруге, сондай-ақ ғарыштық кескіндерді өңдеу контекстінде терең оқытудың жалпы тиімділігін арттыруға бағытталған қосымша зерттеулерге шақырады. Ұсынылған тәсілдер деректер сапасын жақсартуда және ғарыштық кескіндерді өңдеу кезінде заңсыз салынған нысандарды анықтауды қоса алғанда, ғылыми және қолданбалы тапсырмалар үшін жаңа мүмкіндіктерді енгізуде шешуші рөл атқаруы мүмкін

Әдістер мен материалдар

SpA GAN бұлтты жою тапсырмасына ерекше назар аудара отырып, қашықтықтан зондтау арқылы алынған кескіндерді өңдеу саласындағы инновациялық тәсіл болып табылады. Бұл технология пиксель деңгейіндегі ақпаратты егжей-тегжейлі талдау және өңдеу қабілетіне байланысты дәстүрлі әдістерден ерекшеленеді, бұлтты жабындарды анықтау және жою үшін күрделі зейін механизмдерін қолдана отырып, астындағы бет туралы құнды ақпаратты жоғалтпайды. SpA gan архитектурасы кеңістіктік-зейінді желі (Arpanet) деп аталатын құрылымға негізделген, ол кескіндерді бұлтты қамту үшін тиімді талдайды және жер бетінің маңызды бөлшектері мен сипаттамаларын сақтай отырып, оны жояды. Сондай ақ Pagan бірнеше негізгі компоненттерді қамтиды:

* Конволюциялық қабаттар-кіріс суреттерінен белгі карталарын бастапқы шығару үшін қолданылады.

* Қалдық блоктар — желі арқылы ақпаратты жоғалтпай белгілерді терең өңдеу үшін қолданылады.

* Кеңістіктік зейін блоктары (SAB) — кеңістіктік зейінді қалдық блоктардан (SARB) және параллель жұмыс істейтін кеңістіктік зейін модульдерінен (Sam) тұратын SpA gan жүрегі. Бұл блоктар бұлттары бар аймақтарға динамикалық түрде назар аудара алады, олардың шекаралары мен сипаттамаларын анықтай алады, содан кейін бұлттардың мүмкіндігінше дәл жойылуын қамтамасыз ететін кескінді қалпына келтіру процесін бағыттай алады. SpA GAN - дағы кеңістіктік зейін механизмі адамның визуалды зейінін имитациялауға бағытталған, ол визуалды қабылдаудың негізгі элементтерін тануға және шоғырландыруға қабілетті. Бұлтты жоюды зерттеуде бұл желі кескіндегі бұлтты аймақтарды анықтай алатынын және өңдеу процесінде оларға көбірек назар аудара алатынын білдіреді. Бұл тәсіл бұлттарды дәл алып тастауға ғана емес, сонымен бірге олардың астындағы ақпаратты алынған мәліметтердің дәлдігі мен пайдалылығы үшін өте маңызды егжей-тегжейлі қалпына келтіруге мүмкіндік береді. SpA GAN-ді қашықтықтан зондтау саласында қолдану жер беті мен атмосфераны талдауға жаңа мүмкіндіктер ашады. Бұлтсыз суреттердің жақсартылған сапасы қоршаған ортаның өзгеруін дәлірек бақылауға, табиғи ресурстарды басқаруға, қала құрылысы мен ауылшаруашылық іс-шараларын жоспарлауға ықпал етеді және климат, экология және метеорология саласындағы ғылыми зерттеулердің мүмкіндіктерін арттырады.

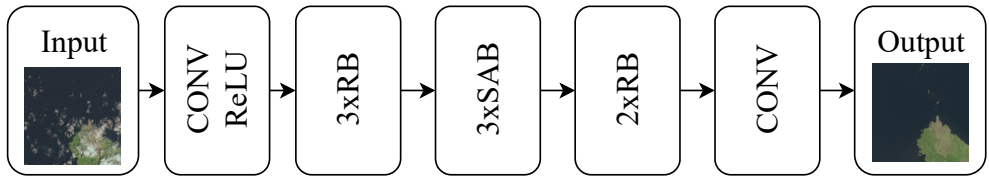
SpA GAN негізгі айырмашылықтар мен инновациялар:

1. Стандартты генеративті-қарсылас желілерден айырмашылығы, SpA gan бұлттарды дәлірек жою үшін модельге кескіннің негізгі аймақтарына назар аударуға мүмкіндік беретін кеңістіктік зейіннің күрделі жүйесін (SPANet) енгізеді. Бұл адамның зейін механизміне еліктей отырып, машиналарды визуалды қабылдау саласындағы айтарлықтай жетілдіруді білдіреді.

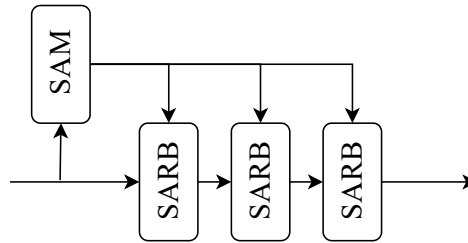
2. Кеңістіктік-зейінді блоктарды қолдана отырып, терең өңдеу. SPANet-тегі әрбір кеңістіктік зейін блогында кеңістіктік зейінді қалдық блоктардың (SARB) және кеңістіктік зейін модульдерінің (Sam) бірегей конфигурациясы бар, олар кірістердің әр аспектісін егжей-тегжейлі өңдеуге мүмкіндік береді. Бұл SpA GAN-ға күрделі бұлт үлгілеріне бейімделуге және бұрын-соңды болмаған егжей-тегжейлі деңгеймен жер беті туралы ақпаратты тиімді қалпына келтіруге мүмкіндік береді.

3. SpA GAN-дің басты артықшылықтарының бірі-модельдің бұлтты жабындардың әр түрлі типтері мен тығыздығына динамикалық бейімделу қабілеті, бұл назар аудару карталарын қолдану арқылы қол жеткізіледі. Бұл карталар модельге әр пиксельге назар аудару дәрежесін анықтауға мүмкіндік береді, осылайша әр түрлі бұлтты қамтуы бар кескіндерді өңдеу кезінде икемділік пен дәлдікті қамтамасыз етеді.

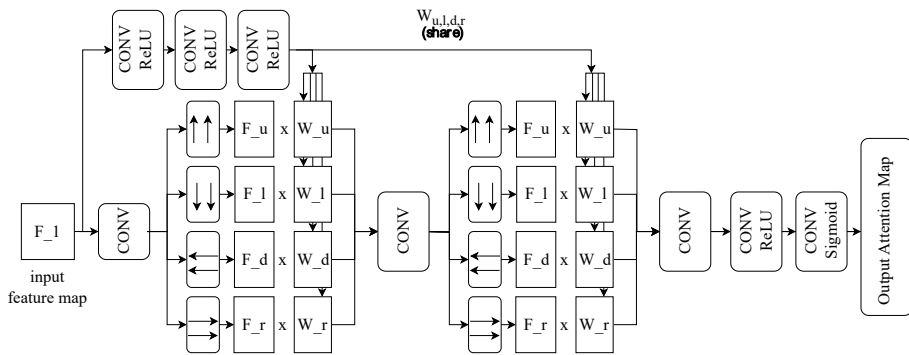
4. SpA GAN кескінді өңдеуге көп өлшемді тәсілді қолданады, ол бұлттарды жоюды ғана емес, сонымен қатар егжей-тегжейлі ақпаратты қалпына келтіру үшін астындағы беттерді терең талдауды қамтиды, бұл көптеген мамандандырылған қабаттар мен блоктарды қамтитын күрделі желі құрылымының арқасында мүмкін болды.



(a)



(б)



(v)

Сур. 1. SpAGAN әдісінің архитектурасы

(Fig. 1. Architecture of the SpAGAN method)

1(a) суретте кеңістіктік-зейінді желінің (SPANet) құрылымы тұтастай көрсетілген. Атап айтқанда, 1(б) суретте үш SARB блогынан (кеңістіктік-зейінді қалдық блоктар) және бір Sam модулінен (кеңістіктік зейінді модуль) тұратын кеңістіктік зейін блогы (SAB) айқын көрсетілген. Сондай-ақ, 1(v) суретте екі шеңберлі, төрт бағытты қайталанатын нейрондық желі ретінде сипатталатын кеңістіктік зейін модулі (SAM) көрсетілген. Бұл модуль алгоритмнің тиімділігін едәуір арттыратын бұлттарды жою кезінде кеңістіктік зейінді қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Sab, SARB және Sam кіретін бұл кескіндер мен блоктар жиынтығы кеңістіктік зейін мен ғырыштық кескіндерден бұлттарды жоюдың инновациялық тәсілі болып

табылады. SAB, SARB және SAM сияқты қысқартылған сөздердің транскрипциясы сәйкесінше кеңістіктік-зейінді блоктарды, кеңістіктік-зейінді қалдық блоктарды және кеңістіктік зейін модульдерін пайдалануды көрсетеді. Бұл компоненттер терең оқыту әдістерін қолдана отырып, ғарыштық деректерді өңдеу сапасын жақсартуға бағытталған дамыған жүйенің ажырамас бөлігі болып табылады.

Модельдің циклдік табиғаты оған домендер арасында нақты жұптастырылған мәліметтерсіз тиімді оқуға мүмкіндік береді. CycleGAN екі түрлі деректер домендері арасында тиімді тасымалдауды қажет ететін стильді тасымалдау, кескінді түрлендіру және басқа қолданбаларда кеңінен қолданылады. Зерттеу жалпы өнімділікті жақсарту үшін модельдер мен эксперименттерді одан әрі оңтайландыру қажеттілігін көрсетеді, әсіресе бұлттылығы жоғары жағдайларда

Нәтижелер және оларды талқылау

Екі ішкі жиыннан тұратын RICE деректер жинағы - RICE1 және RICE2 ғарыштық кескіндерден бұлттарды жоюды зерттеуде маңызды рөл атқарады. Екі Ішкі жиын да әртүрлі жарық пен тығыздық жағдайында бұлттар сияқты атмосфералық құбылыстарды зерттеуге арналған әртүрлі технологияларды қолдану арқылы жиналған бірегей деректер жиынтығын білдіреді. RICE1-Google Earth платформасы арқылы алынған 500 жұп жоғары ажыратымдылықтағы кескіндерден тұратын инновациялық деректер жиынтығы. Әр жұпқа бұлттармен және онсыз бірдей рельефтің бейнесі кіреді. Тұмандық сияқты жұқа бұлтты кескіндерге назар аударылады, бұл RICE1-ді атмосфералық құбылыстарға және олардың жер бетінің көрінуіне әсеріне қатысты зерттеулер үшін құнды ресурс етеді. RICE2 өз кезегінде жоғары сапалы Жер суреттерін қамтамасыз ету қабілетімен танымал Landsat 8 oLI/TIRS сенсорларының деректері негізінде жинақталған. RICE2 бұлттарды және олардың климат пен ауа-райына әсерін зерттеу үшін маңызды құралға айналдыратын тығыз бұлтты кескіндерге ерекше назар аударылады.

Екі ішкі жиында да әртүрлі терең оқыту үлгілерімен жүргізілген эксперименттер жұқа бұлтты RICE1 деректер жинағында Conditional gan PSNR 27.427 ДБ және ssim 0.905 деңгейіне жеткенін анықтады, Cycle GAN PSNR 26.930 және ssim 0.887 және SpA gan PSNR 30.232 және одан да жақсы нәтиже көрсетті. Бұл нәтижелер бұлттың белгілі бір түріне сәйкес модельді таңдаудың маңыздылығын көрсетеді және SPA GAN-ді осы модель ең жақсы өнімділікті көрсететін жұқа бұлт жағдайында қолдануды қолдайды (1-кесте).

Кесте 1. Жұқа бұлтты модельдердің дәлдік нәтижелері

Model	Quantative Metrics	
	PNSR	SSIM
cGAN	27.427	0.905
cycle GAN	26.930	0.887
SpA GAN	33.232	0.963

Тығыз бұлтты RICE2 деректер жиынтығында Conditional gan psnr 26.354 және ssim 0.824-ке жетті, Cycle Gan psnr 24.79 және ssim 0.783-ке жетті, SpA gan тағы да PSNR 29.432 және ssim 0.912-мен жақсы нәтиже көрсетті, бұл модельдің назар аудару механизмінің тиімділігін одан да күрделі жағдайларда да растайды (2-кесте).

Кесте 2. Тығыз бұлтты модельдердің дәлдік нәтижелері

Model	Quantative Metrics	
	PNSR	SSIM
cGAN	26.354	0.824
cycle GAN	24.79	0.783
SpA GAN	29.432	0.912

Бұл нәтижелер бұлттылық дәрежесі әртүрлі кескіндерді өңдеу кезінде модельді мұқият таңдаудың маңыздылығын және бұлттарды жоюдағы қиындықтарды көрсетеді. SpA gan кеңістіктік зейін механизмдеріне сүйене отырып, жұқа және тығыз бұлтты кескіндерде жердегі шынайы нысандарды қалпына келтіруде тамаша дағдыларды көрсетті. Бұл тұжырымдар Спаганның атмосфералық құбылыстардың әртүрлі жағдайларындағы тиімділігін көрсетеді, оның метеорология, климатология және жерді қашықтықтан зондау салаларындағы ғарыштық кескіндерді өңдеудің қуатты құралы ретіндегі рөлін қолдайды.

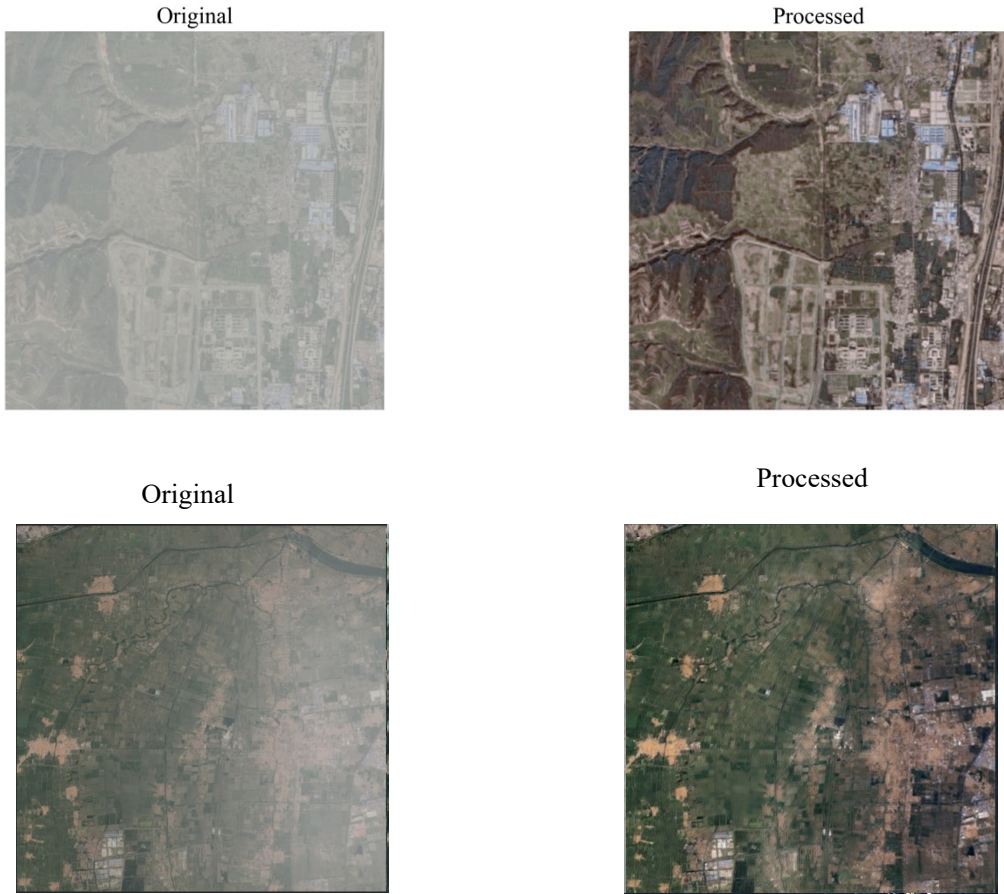
RICE1 және RICE2 сынақ деректер жиынтығындағы үлгі көрсеткіштеріндегі айырмашылықтарды келесідей түсіндіруге болады. Деректер жиынында RICE1 Conditional gan кеңістіктік үздіксіздікті сақтай отырып кескіндер жасайды, бірақ нәтижелер анық емес бөліктерге ие болуы мүмкін және жердегі нысандардың бөлшектері толығымен қалпына келтірілмеуі мүмкін, бұл psnr және ssim салыстырмалы түрде төмен көрсеткіштерін түсіндіреді. Ал, Cycle gan модельдер арасында ең нашар нәтиже көрсетті, бұл жұптастырылу ақпараттың болмауына байланысты болуы мүмкін, бұл әсіресе жоғары ажыратымдылықтағы қашықтықтан зондау және бұлтты жою үшін өте маңызды. Бұл кеңістіктік үздіксіздіктің бұзылуына және жердегі объектілердің бөлшектерін қалпына келтіре алмауына әкеледі. Сондай-ақ, SpA GAN ең жақсы нәтижелерді көрсетеді, өйткені ол бұлтты аймақтарды анықтау және бұлтты жою процесін жақсарту үшін назар аудару механизмдерін тиімді пайдаланады, кескіннің егжей-тегжейлері мен дәйектілігін сақтайды, бұл оны шынайы бұлттық кескінге көрнекі түрде жақындатады.

Original



Processed

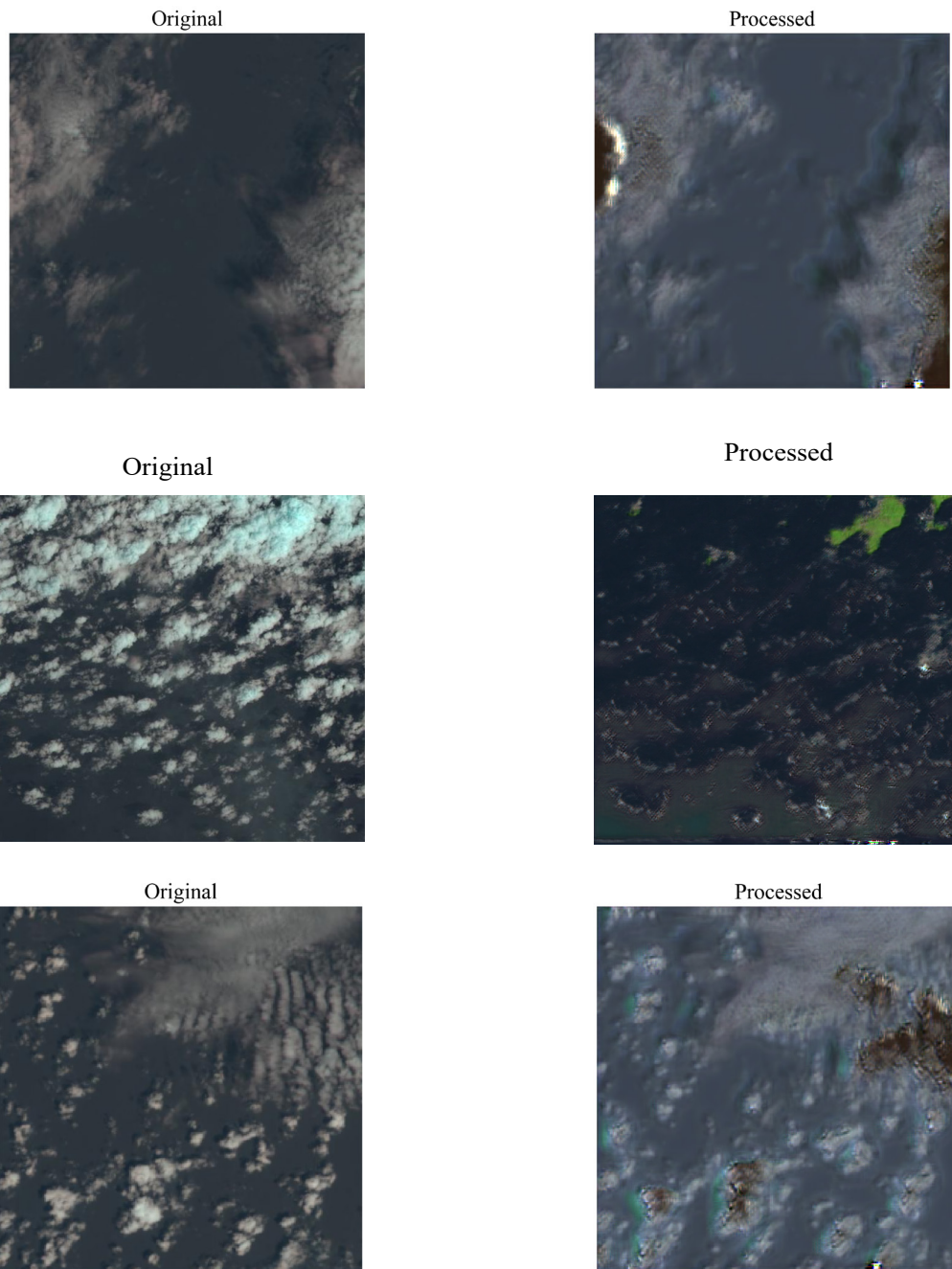




Сур. 2. RICE1 деректер жинағындағы тұмандықтарды жою үшін SPA GEN нәтижесі

(Fig. 2. SpA GEN result for nebula removal on RICE1 dataset)

RICE 2 деректер жинағында Conditional gan тығыз бұлттардың астындағы жердегі нысандар туралы ақпаратты жоғалту мәселесіне тап болады, бұл қалпына келтіруді қиындатады және сапа көрсеткіштерінің төмендеуіне әкеледі. Cycle gan тығыз бұлттардың ақ аймағын жояды, бірақ тығыз бұлттардың астындағы жердегі нысандар туралы ақпараттың толық жоғалуына байланысты оларды қалпына келтіру үшін көптеген ұқсас деректерді оқыту қажет. SpA GAN бұл жағдайда деректердің үлкен көлеміне негізделген оқыту қабілетінің және бұлтты аймақтарды анықтау үшін зейін механизмін тиімді қолданудың арқасында жақсы нәтижелерді көрсетеді, бұл жердегі нысандар туралы ақпарат толығымен жоғалған кезде де бұлтты жою өнімділігін айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік береді.



Сур. 3. Нәтиже SPA GEN, тығыз бұлттарды жою үшін, RACE 2 деректер жинағында
(Fig. 3. SpA GEN result for dense cloud removal on RACE 2 dataset)

SpA gan бұлтты аймақтарды тану және назар аудару арқылы адамның визуалды механизмін имитациялайтын кеңістіктік зейін механизмдерін инновациялық қолдану арқылы екі сынақта да ең жақсы нәтиже көрсетті. Бұл Бұлтты аймақтарды

дәл анықтап қана қоймай, жердегі нысандар туралы ақпаратты тиімдірек қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Нәтижесінде, SpA GAN қалпына келтірілген кескіндердің жоғары сапасын қамтамасыз ете отырып, жұқа бұлттарды да, тығыз бұлтты жағдайларды да сәтті өңдейді.

Қорытынды

Зерттеу спутниктік кескіндерден бұлттарды жою үшін GAN қолдану жердегі нысандарды қалпына келтіру сапасын айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік беретінін көрсетеді. SpA gan кеңістіктік зейін механизмдерінің арқасында жоғары дәлдік пен егжей-тегжейлерді қамтамасыз ететін басқа модельдерден ерекшеленеді. RICE1 және RICE2 ішкі жиындарын қамтитын RICE деректер жинағы ғарыштық кескіндерден бұлттарды жою бойынша зерттеулер үшін құнды ресурс болып табылады. Әр түрлі технологияларды қолдана отырып жиналған екі Ішкі жиын да әртүрлі жарық жағдайлары мен бұлт тығыздығындағы атмосфералық құбылыстарды зерттеу үшін бірегей деректерді ұсынады. RICE1, тұмандық сияқты жұқа бұлттарға бағытталған инновациялық тәсілімен, жұқа атмосфералық құбылыстарды және олардың жер бетінің көрінуіне әсерін талдауға арналған құнды зерттеу құралы болып табылады. Landsat 8 oli/TIRS деректеріне негізделген, тығыз бұлттарға баса назар аудары отырып, RICE2 бұлттарды зерттеу және олардың климат пен ауа-райына әсері үшін маңызды материалдарды ұсынады.

Екі Ішкі жиында да әртүрлі терең оқыту үлгілерімен жүргізілген тәжірибелер жұқа бұлт жағдайында SpA gan жоғары PSNR және SSIM мәндерімен ең жақсы өнімділікті көрсететінін көрсетті. Тығыз бұлттары бар күрделі жағдайларда да, SpA gan керемет нәтижелерге қол жеткізу арқылы өзінің тиімділігін растайды. Осылайша, RICE деректер жинағындағы зерттеу нәтижелері SpA GAN қолданбасын әртүрлі бұлттық сценарийлерде қолдай отырып және оның әртүрлі атмосфералық құбылыстар жағдайында ғарыштық кескіндерді өңдеудегі жоғары тиімділігін растай отырып, бұлт сипаттамаларына негізделген үлгіні таңдаудың маңыздылығын көрсетеді. Нәтижелер дәлдік пен тиімділікті одан әрі арттыру үшін жаңа архитектуралар мен әдістерді зерттеуді ұсына отырып, терең оқытуды пайдалана отырып, бұлтты жою бойынша болашақ зерттеулерге жол ашады.

ӘДЕБИЕТТЕР

Асокан А., Анита Дж., Чобану М., Габор А., Нааджи А. және Хемант Д.Дж. (2020). Тарихи карталарды жіктеу үшін спутниктік суреттерді талдауға арналған кескіндерді өңдеу әдістері-шолу. Қолданбалы ғылымдар. — 10 (12). — 4207.

Дәуренбеков К., Айтимова У., Дәуітбаева А., Санкибаев А., Төлегенова Е., Ержан А. & Мұхамедрахимова Г. (2024). Терең оқыту әдістерін қолдана отырып, шулы кескінді жақсарту. — Халықаралық электротехника және есептеу техникасы журналы (IJECET). — 14 (1). — 811–818.

Дин Х., Ван Ю., Сю З., Уэлч В.Дж. және Ван З.Дж. (2020, Қазан). Csgan: кескін жасауға Арналған үздіксіз шартты генеративті қарсылас желілер. — *Оқыту өкілдіктері бойынша халықаралық конференцияда*.

Есенова М., Әбдікерімова Г., Мұрзабекова Г., Нұрбол К., Глазырина Н., Адиканова С. & Ниязова Р. (2023). Ғарыштық кескіндерді өңдеу үшін ақпараттық текстуралық Заңның маска әдістерін қолдану. — Халықаралық электротехника және есептеу техникасы журналы. — 2088–8708. — 13 (4).

Есенова М., Әбдікерімова Г., Садирмекова З.Б., Глазырина Н., Адиканова С., Танирбергенов А. & Мұхамедрахимова Г. (2023). Ауыл шаруашылығы дақылдарының өсу ерекшеліктері және олардың өсуіне теріс әсер ететін факторлар. — *Индонезияның электротехника және информатика журналы*. — 30 (1). — 625–632.

Зуо З., Ли А., Ван З., Чжао Л., Донг Дж., Ван Х. және Ван М. (2024). Статистика Әртүрлі Шартты Кескін Синтезі үшін Генеративті Қарсылас Желілерді Жетілдіреді. — БЕЙНЕ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ ТІЗБЕКТЕРІ МЕН ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ IEEE ТРАНЗАКЦИЯЛАРЫ.

Кулкарни А. және Мурала С. (2023). Мұқият Деформацияланатын Трансформаторлармен аэрофототүсірілім. Компьютерлік Көруді Қолдану Бойынша IEEE/CVF Қысқы Конференциясының Материалдарында. — 6305–6314 беттер).

Лулечи Ф., Катбас Ф.Н. және Авчи О. (2023). CycleGAN құрылымдық денсаулықты бақылау және зақымдануды анықтау үшін зақымданбаған доменді зақымдалған доменге аударуға арналған. Механикалық жүйелер және сигналдарды өңдеу. — 197. — 110370.

Мурзабекова Г., Глазырина Н., Некессова А., Исмаилова А., Базарова М., Кашкимбаева Н. & Алдашова М. (2023). Өсімдік ауруларын жіктеу үшін терең оқыту алгоритмдерін қолдану. Халықаралық Электротехника Және Есептеу Техникасы Журналы (IJECE). — 13 (6). — 6737–6744.

Раджмохан Дж., Чиннаппан К.В., Джон Уильям А.Д., Чандракришан Балакришнан С., Ананд Муту Б. және Маногаран Г. (2021). Жерсеріктік суреттерді картаға түсіру арқылы жерді қамтуды талдауды жаңарту. Жаңа Телекоммуникациялық Технологиялар бойынша транзакциялар. — 32(7). — e3927.

Тусупов Ж., Есенова М., Абдикеримова Г., Айымбетов А., Бақтыбеков К., Мурзабекова Г., Айтимова У. (2024). Машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, дақылдардың зиянкестері мен ауруларын тексерудің формальды тұжырымдамаларын талдау. — IEEE Қол жетімділігі.

Ұзаққызы Н., Исмаилова А., Аязбаев Т., Белдеубаева З., Коданова С., Утенова Б. & Қалдарова М. (2023). Терең оқыту әдістерімен кескін шуын азайту. — Халықаралық электротехника және есептеу техникасы журналы. — 2088–8708. — 13 (6).

Фотсо Камга Г.А., Битжока Л., Акрам Т., Менге Мбом А., Рамез Накви С. және Буруби Ю. (2021). Спутниктік кескіндерді жіктеудегі жетістіктер: әдістемелер, әдістер, тәсілдер және қолдану. — Халықаралық қашықтықтан зондтау журналы. — 42 (20). — 7662–7722.

Чен С., Ван Ю., Хуан Х., Лю Д., Фан Х. және Лю С. (2021). Nbnет: ішкі кеңістікті проекциялау арқылы кескінді деиноизациялауға Арналған Шуылға негізделген оқыту. Компьютерлік көру және үлгіні тану бойынша IEEE/CVF конференциясының Материалдарында. — 4896–4906 беттер.

Чжан Ю., Цзян Дж., және Чжан Г. (2021). Терең ғарышты игеру кезінде толқын ұзындығына негізделген сығылған зондтауды қолдана отырып, қашықтықтан сезілетін астрономиялық кескінді қысу. Қашықтықтан Зондтау. — 13 (2). — 288.

Ян Дж., Ван К., Луан Ф., Инь Ю. және Чжан Х. (2023). Precasyclegan: өнеркәсіптік ақаулы үлгіні ұлғайтуға арналған перцептивті капсула циклдік генеративті қарсылас желісі. Электроника. — 12 (16). — 3475.

Ян Х., Чжэн К., және Цзэн Л. (2024). Жер асты суларының ластануын сипаттауға және көздерін анықтауға арналған шартты генеративті қарсылас желілер. — Гидрология журналы, —130900.

REFERENCES

Asokan A., Anitha J., Ciobanu M., Gabor A., Naaji A. & Hemanth D.J. (2020). Image processing techniques for analysis of satellite images for historical maps classification. — An overview. Applied Sciences. — 10(12). — 4207.

Cheng S., Wang Y., Huang H., Liu D., Fan H. & Liu S. (2021). Nbnет: Noise basis learning for image denoising with subspace projection. In Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition. — Pp. 4896–4906.

Daurenbekov K., Aitimova U., Dautbayeva A., Sankibayev A., Tulegenova E., Yerzhan A. & Mukhamedrakhimova G. (2024). Noisy image enhancements using deep learning techniques. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). — 14(1). — 811–818.

Ding X., Wang Y., Xu Z., Welch W.J. & Wang Z.J. (2020, October). Cegan: Continuous conditional generative adversarial networks for image generation. — In International conference on learning representations.

Fotso Kamga G.A., Bitjoka L., Akram T., Mengue Mbom A., Rameez Naqvi S. & Bouroubi Y. (2021). Advancements in satellite image classification: methodologies, techniques, approaches and applications. — *International Journal of Remote Sensing*. — 42(20). — 7662–7722.

Kulkarni A. & Murala S. (2023). Aerial Image Dehazing with Attentive Deformable Transformers. In Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision. — Pp. 6305–6314).

Luleci F., Catbas F.N. & Avci O. (2023). CycleGAN for undamaged-to-damaged domain translation for structural health monitoring and damage detection. Mechanical Systems and Signal Processing. — 197. — 110370.

Murzabekova G., Glazyrina N., Nekessova A., Ismailova A., Bazarova M., Kashkimbayeva N. & Aldashova M. (2023). Using deep learning algorithms to classify crop diseases. — *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*. — 13(6). — 6737–6744.

Rajmohan G., Chinnappan C.V., John William A.D., Chandrakrishnan Balakrishnan S., Anand Muthu B. & Manogaran G. (2021). Revamping land coverage analysis using aerial satellite image mapping. Transactions on Emerging Telecommunications Technologies. — 32(7). — e3927.

Tussupov J., Yessenova M., Abdikerimova G., Aimbetov A., Baktybekov K., Murzabekova G. & Aitimova U. (2024). Analysis of formal concepts for verification of pests and diseases of crops using machine learning methods. — IEEE Access.

Uzakkyzy N., Ismailova A., Ayazbaev T., Beldeubayeva Z., Kodanova S., Utenova B. & Kaldarova M. (2023). Image noise reduction by deep learning methods. *International Journal of Electrical & Computer Engineering*. — 2088–8708. — 13(6).

Yan H., Zheng Q. & Zeng L. (2024). Conditional generative adversarial networks for groundwater contamination characterization and source identification. — *Journal of Hydrology*. — 130900.

Yang J., Wang K., Luan F., Yin Y. & Zhang H. (2023). Precacyclegan: perceptual capsule cyclic generative adversarial network for industrial defective sample augmentation. — *Electronics*. — 12(16). — 3475.

Yessenova M., Abdikerimova G., Murzabekova G., Nurbol K., Glazyrina N., Adikanova S. & Niyazova R. (2023). Application of informative textural Law's masks methods for processing space images. *International Journal of Electrical & Computer Engineering*. — 2088–8708). — 13(4).

Yessenova M., Abdikerimova G., Sadirmekova Z.B., Glazyrina N., Adikanova S., Tanirbergenov A. & Mukhamedrakhimova G. (2023). Features of growth of agricultural crops and factors negatively affecting their growth. — *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. — 30(1). — 625–632.

Zhang Y., Jiang J. & Zhang G. (2021). Compression of remotely sensed astronomical image using wavelet-based compressed sensing in deep space exploration. *Remote Sensing*. — 13(2). — 288.

Zuo Z., Li A., Wang Z., Zhao L., Dong J., Wang X. & Wang M. (2024). Statistics Enhancement Generative Adversarial Networks for Diverse Conditional Image Synthesis. — *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 57–68
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.266>

УДК 004.931

© **M. Aitimov**¹, **G.B. Abdikerimova**^{2*}, **K.K. Makulov**³, **B.A. Doszhanov**⁴,
R.U. Almenaeva⁴, 2024

1 Kyzylorda Regional Branch of the Academy of Public Administration under the
President of the Republic of Kazakhstan, Kyzylorda, Kazakhstan;

2 The Eurasian National University named after L.N. Gumilev, Astana, Kazakhstan;

3 Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yesenova, Aktau,
Kazakhstan;

4 Kyzylorda Korkyt Ata University, Kyzylorda, Kazakhstan.

E-mail: gulzira1981@mail.ru

THE STUDY OF THE EMOTIONAL TONALITY OF THE TEXT USING MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING ALGORITHMS

Aitimov Murat — Director of the Kyzylorda Regional Branch of the Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan, PhD, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: aitimovmurat07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>;

Abdikerimova Gulzira — Associate Professor, Department of Information Systems, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, PhD, Astana, Kazakhstan, st. Satpaeva, 2, 010000

E-mail: gulzira1981@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4953-0737>;

Makulov Kaiyrbek — PhD, Associate Professor of the Department of Computer Science of the Caspian University of Technologies and Engineering named after Sh. Yessenov, Aktau, Kazakhstan

E-mail: kaiyrbek.makulov@yu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0826-0371>;

Doszhanov Bayanali — candidate of pedagogical sciences, docent. Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: bayanali@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8609-1377>;

Almenaeva Raikhan — master of natural sciences, senior lecturer, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: a_raihan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7468-8088>.

Abstract. The scientific paper offers a thorough investigation into machine and deep learning techniques for recognizing emotions in text. Its primary objective is to comprehensively analyze and compare various methods to classify emotions in textual data. It focuses on traditional machine learning algorithms like Multinomial Naive Bayes, Multilayer Perceptron, and Support Vector Machine, alongside deep learning methods such as Long Short-Term Memory. The study conducts experiments on diverse datasets covering different text styles and contexts, meticulously examining the results to highlight each method's strengths and weaknesses. Practical recommendations are provided for selecting the most suitable approach based on specific tasks and contexts. The findings contribute significantly to advancing emotion recognition in text and lay a foundation for further research in this domain, crucial for developing intelligent systems capable of adeptly handling emotional aspects in user interaction.

Keywords: Deep Learning, Polynomial Naive Bayes, Multilayer Perceptron, Support Vector Machine, Long Term Memory, Emotion

Conflict of interest: *The authors declare that there is no conflict of interest.*

© **М. Айтимов¹, Г.Б. Абдикеримова^{2*}, К.К. Макулов³, Б.А. Досжанов⁴,
Р.У. Альменаева⁴, 2024**

¹Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Мемлекеттік басқару академиясының Қызылорда облыстық филиалы, Қызылорда, Қазақстан;

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

³Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, Ақтау, Қазақстан;

⁴Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті Қызылорда, Қазақстан.

E-mail: gulzira1981@mail.ru

МАШИНАЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕРЕҢ ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІ АРҚЫЛЫ МӘТІННІҢ ЭМОЦИОНАЛДЫҚ ЖАҒДАЙЫН ЗЕРТТЕУ

Айтимов Мурат — Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Мемлекеттік басқару академиясының Қызылорда облыстық филиалының директоры, PhD, Қызылорда, Қазақстан
E-mail: aitimovmurat07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>;

Абдикеримова Гульзира Бахытбековна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының м.а. доценті, PhD, Астана, Қазақстан
E-mail: gulzira1981@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4953-0737>;

Макулов Кайырбек Калданбекович — э.ғ.к., Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университетінің Компьютерлік ғылымдар кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., Ақтау, Қазақстан

E-mail: kaiyrbek.makulov@yu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0826-0371>;

Досжанов Баянали Амантаевич — педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан

E-mail: bayanali@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8609-1377>;

Альменаева Райхан Умирзаковна — жаратылыстану ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті Қызылорда, Қазақстан

E-mail: a_raihan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7468-8088>.

Аннотация. Ғылыми мақала мәтіндегі эмоцияларды тану үшін машиналық және терең оқыту әдістерін мұқият зерттеуді ұсынады. Оның негізгі мақсаты — мәтіндік деректердегі эмоцияны жіктеудің әртүрлі әдістерін жан-жақты талдау және салыстыру. Ол Polynomial Naive Bayes, көп қабатты перцептрон және тірек векторлық машина сияқты машиналық оқытудың дәстүрлі алгоритмдеріне, сондай-ақ ұзақ қысқа мерзімді жады сияқты терең оқыту әдістеріне назар аударады. Зерттеу әр әдістің күшті және әлсіз жақтарын бөліп көрсету үшін нәтижелерді сараптай отырып, әртүрлі мәтін мәнерлері мен контексттерін қамтитын әртүрлі деректер жинақтарымен тәжірибе жасайды. Нақты міндеттерді ескере отырып, ең қолайлы тәсілді таңдау үшін практикалық ұсыныстар беріледі. Нәтижелер мәтіндегі эмоцияны тануды жақсартуға елеулі үлес қосады және пайдаланушылардың өзара әрекеттесуінің эмоционалдық аспектілерін шебер өңдей алатын интеллектуалды

жүйелерді дамыту үшін маңызды болып табылатын осы саладағы әрі қарай зерттеулердің негізін қалады.

Түйін сөздер: Терең оқыту, Multinomial Naive Bayes, көп қабатты перцептрон, қолдау векторлық машина, ұзақ мерзімді жады, эмоция

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

© М. Айтимов¹, Г.Б. Абдикеримова^{2*}, К.К. Макулов³, Б.А. Досжанов⁴,
Р.У. Альменаева⁴, 2024

¹Кызылординский региональный филиал Академии государственного управления при Президенте Республики Казахстан, Кызылорда, Казахстан;

²Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

³Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова, Актау, Казахстан;

⁴Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан.
E-mail: gulzira1981@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО И ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Айтимов Мурат — директор Кызылординского областного филиала Академии государственного управления при Президенте Республики Казахстан, PhD, Кызылорда, Казахстан

E-mail: aitimovmurat07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>;

Абдикеримова Гульзира Бахытбековна — и.о. доцента кафедры информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, PhD, Астана, Казахстан

E-mail: gulzira1981@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4953-0737>;

Макулов Кайырбек Калданбекович — к.э.н., и.о. ассоциированного профессора кафедры Компьютерные науки Каспийского Университета технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова, Актау, Казахстан

E-mail: kaiyrbek.makulov@yu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0826-0371>;

Досжанов Баянали Амантаевич — кандидат педагогических наук, доцент, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

E-mail: bayanali@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8609-1377>;

Альменаева Райхан Умирзаковна — магистр естественных наук, старший преподаватель, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

E-mail: a_raihan@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7468-8088>.

Аннотация. Научная статья предлагает тщательное исследование методов машинного и глубокого обучения для распознавания эмоций в тексте. Его основная цель – всесторонний анализ и сравнение различных методов классификации эмоций в текстовых данных. Он фокусируется на традиционных алгоритмах машинного обучения, таких как многочленный наивный Байес, многослойный перцептрон и машина опорных векторов, а также на методах глубокого обучения, таких как долгосрочная-краткосрочная память. В исследовании проводятся эксперименты с различными наборами данных, охватывающими различные стили текста и контексты, тщательно изучая результаты, чтобы выделить сильные и слабые

стороны каждого метода. Даны практические рекомендации по выбору наиболее подходящего подхода с учетом конкретных задач и контекста. Полученные результаты вносят значительный вклад в улучшение распознавания эмоций в тексте и закладывают основу для дальнейших исследований в этой области, что имеет решающее значение для разработки интеллектуальных систем, способных умело обрабатывать эмоциональные аспекты взаимодействия с пользователем.

Ключевые слова: глубокое обучение, полиномиальный наивный Байес, многослойный перцептрон, машина опорных векторов, долговременная память, эмоциональная окраска

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Бұл зерттеу мәтіндегі эмоцияларды танудың әртүрлі әдістерінің әсерін зерттеді. Multinomial Naive Bayes (MNB) (Мангла, 2023), Multilayer Perceptron (MLP) (Афзал, 2023) (Дека, 2023) және Support Vector Machine (SVM) (Писнер, 2020; Курани, 2023; Рой, 2023) сияқты машиналық оқытудың дәстүрлі әдістерінің әсерін зерттейтін алдыңғы зерттеулер болғанымен, олар мәтіндік эмоцияға әсер етуінің негізгі аспектілерін жеткілікті түрде анықтаған жоқ. Бұл зерттеу ұзақ қысқа мерзімді жадыға (LSTM) негізделген терең оқытудың озық әдістерін қолданудың әсерін талдауға бағытталған (Баегизова, 2022; Жолшиева, 2024; Мурзабекова, 2023). Бұрынғы зерттеулер дәстүрлі әдістердің әсеріне назар аударғанымен, бұл зерттеу мәтінді эмоционалды талдау нәтижелеріне маңызды әсер етуі мүмкін қазіргі заманғы қиындықтар мен мүмкіндіктер контекстінде олардың әсерін қарастырады.

Бұл жұмыс (Вещдоловска, 2023) машиналық оқыту тәсілдерін пайдалана отырып, суреттер мен бейнелердегі түстер негізінде эмоцияларды болжауға бағытталған. Жұмыстың мақсаты үш жақты: (a) кескіндегі түстер негізінде эмоцияларды жіктейтін машиналық оқыту алгоритмін жасау; (b) бірінші кезеңнен ең жақсы алгоритмді таңдау және оны фильмдер тізбегіндегі түстерге негізделген эмоцияларды талдауға қолдану; (c) фильмдердегі эмоциялар туралы деректерге жиналған аннотациялардың дұрыстығын тексеру үшін онлайн сауалнаманы әзірлеу. Бұл жұмыста (Хема, 2023) сөйлеушінің эмоционалды күйін дәлірек анықтау үшін Mel-жиілік cepcтpальды коэффициенттері (MFCC) және дыбыс биіктігі сияқты спектрлік және просодикалық мүмкіндіктерді пайдаланатын сөйлеу эмоциясын тану (SER) жүйесі қарастырылады. Қолдау векторлық машиналары (SVM), Radial Basis Functions (RBF) және Back Propagation желілері спикердің жынысын жіктеу және эмоцияларды тану үшін пайдаланылады. Зерттеу дәлдігі (орта есеппен 78 %) және жалған позитивтердің азаюы бойынша осы саладағы бұрыннан барлардан асып түсетін жаңа жүйені ұсынады. Мақалада адамның қарым-қатынасындағы эмоциялардың маңыздылығы талқыланып, дыбыстық сигналды талдау арқылы сөйлеудегі эмоцияларды тану тұжырымдамасы енгізілген.

Бұл мақала (Кумар, 2023) эмоционалды тануға баса назар аудара отырып, жасанды интеллекттің әлемдік тәжірибеге әсерін қарастырады. Бұл мақалада тәсілдің шектеулері мен қиындықтарын егжей-тегжейлі түсіндіре отырып, дәстүрлі және терең машиналық оқыту әдістемелерін пайдалана отырып, эмоцияны тану саласына елеулі үлестер сипатталған. Авторлар машиналық және терең оқыту алгоритмдерін салыстырмалы түрде зерттеуді және эмоцияны танудың ең жақсы

дәлдік көрсеткіштерін анықтауды көздеп отыр. Бұл шолуда әртүрлі мүмкіндіктерді алу әдістері, жіктеу үлгілері және бет кескіндеріндегі, сөйлеудегі және вербалды емес коммуникациялардағы эмоцияны тануды қамтитын деректер жиыны кіреді. Авторлар сөйлеудегі эмоцияларды танудағы гибриді жіктеу әдістерін қолдану нәтижелерін де ұсынады. Жұмыс тұтынушыларға қызмет көрсетуден денсаулық сақтаудан өндіріске дейін әртүрлі салаларда автоматтандырылған шешімдер қабылдау үшін осы технологияларды қолдану мүмкіндігін көрсетеді. Бұл зерттеу (Ли, 2023) әлеуметтік желілердегі сезімді талдаумен байланысты қиындықтарды қарастырады, мысалы, ұзақ қашықтықтағы эмоционалдық сипаттамалардың семантикалық қатынастарына жеткіліксіз назар аудару, эмоционалды сөздерді тиімсіз түсіру және қолмен аннотацияға шамадан тыс тәуелділік. Зерттеу микроблог оқиғаларының эмоционалдық аспектілерін талдау үшін пайдаланушының эмоциясын тану моделін ұсынады. Деректерді жинау және алдын ала өңдеу әдістерін қолдана отырып, шабыттандыратын мәтіндердің үш түрі алынды: «қуаныш», «ашу» және «мұң». Эмоционалды сөздерді шығару үшін сызықтық дискриминанттық талдау (LDA) үлгісін, эмоционалды сөздікті және қолмен аннотацияны қолданатын алгоритм жасалды.

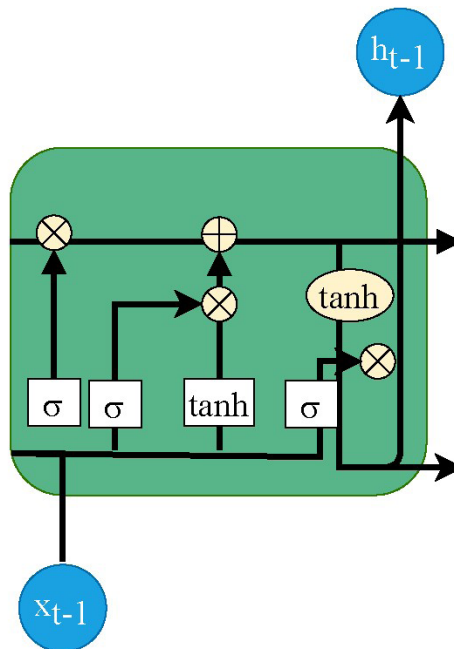
Бұл жұмыс (Плаза, 2022) контакт-орталық жүйелерінде виртуалды көмекшілерді пайдаланудың өзектілігін және олардың өсіп келе жатқан танымалдылығын зерттейді. Виртуалды ассистенттің негізгі міндеті клиенттің ниетін тану болып табылады және бұл ниеттер көбінесе қарым-қатынас кезіндегі эмоционалдық жағдайға тікелей байланысты екенін атап өткен жөн. Дегенмен, ғылыми әдебиеттерде олар орындайтын міндеттерге сәйкес келетін байланыс орталықтарындағы эмоциялардың нақты түрлері анықталмаған. Жұмыстың негізгі мақсаты - әсіресе байланыс орталығының индустриясына бағытталған әңгімелердегі аффективті зарядталған мазмұнды машиналық анықтау үшін эмоциялардың классификациясын әзірлеу.

Терең оқытуды, әсіресе LSTM негізіндегі үлгілерді пайдалану мәтіндегі эмоцияларды жіктеудің дәлдігін айтарлықтай жақсартатынын анықтадық. Бұл табиғи тілді өңдеу және көңіл-күйді талдауда терең үйренудің артықшылықтарын растайды, оның анағұрлым қуатты және бейімделгіш сезім талдау жүйелерін жасау мүмкіндігін көрсетеді. Біздің зерттеуіміз терең оқыту үлгілері, әсіресе LSTM, эмоцияларды жіктеу тапсырмаларында жоғары көрсеткіштерге қол жеткізетінін растайды, бұл эмоционалды мәтінді талдаудағы қазіргі тенденцияларға сәйкес келеді. Бұл LSTM негізіндегі тәсілдер көңіл-күйді талдау құралдарын және автоматтандырылған қолдау жүйелерін әзірлеуде артықшылыққа ие болуы мүмкін екенін көрсетеді.

Әдістер мен материалдар

Бұл зерттеудің әдістемесі мәтіндегі эмоцияларға сапалы талдау жасауда шешуші рөл атқарады. Деректерді алдын ала өңдеу процесінде мәтінді қалыпқа келтіру қолданылады, оның ішінде біріздендіру үшін оны кіші әріпке түрлендіру, қажет емес символдар мен тоқтату сөздерді алып тастау. Сөз деңгейіндегі токенизация мәтінді жеке лексемаларға бөлу үшін де қолданылады. Мәтіннің берілуін жақсарту және сөздер арасындағы семантикалық қатынасты ескеру үшін алдын ала дайындалған сөздерді енгізу (Ван, 2021) маңызды қадам болып табылады. Модельді таңдауға Multinomial Naive Bayes (MNB), Multilayer Perceptron (MLP), Support

Vector Machine (SVM) және LSTM кіреді. Өрбір үлгі MNB параметрлері, MLP және SVM гиперпараметрлері және бірнеше қабаттар мен кіріс деректер өлшемдерін қамтитын LSTM параметрлері сияқты онтайлы параметрлерді реттеуді қажет етеді. Жаттығу оқу деректер жинағында жүзеге асырылады, одан кейін өнімділікті бағалау және параметрлерді реттеу үшін бөлек валидация жинағында валидация жүргізіледі. Үлгілердің сапасын бағалау үшін тапсырманың нақты максаттарына байланысты дәлдік, F1-өлшем, ROC-AUC және т.б. қоса алғанда, көрсеткіштер пайдаланылады. Салыстыру модельдердің дәлдігіне, оқу жылдамдығына және мәтіндегі күрделі эмоционалды өрнектерді өңдеу қабілетіне негізделген. Өртүрлі машиналық оқыту және терең оқыту үлгілерінің өнімділігін егжей-тегжейлі талдау және салыстыру мәтіндегі эмоцияларды жіктеу тапсырмасы үшін ең жақсы үлгілерді қорытындылауға мүмкіндік береді. Терең оқытуға, атап айтқанда LSTM үлгілеріне (1-сурет) және олардың мәтіндегі көңіл-күйді талдаудағы әлеуетіне ерекше көңіл бөлінеді.



Сур. 1. LSTM моделінің архитектурасы
(Fig. 1. LSTM model Architecture)

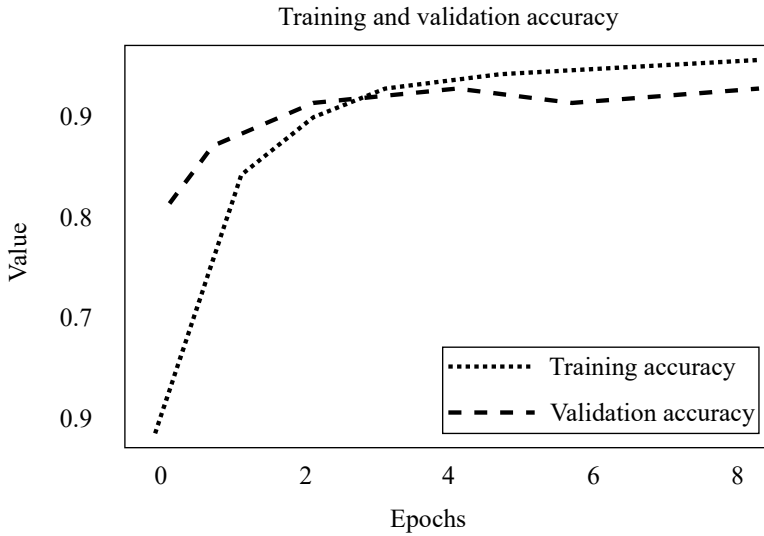
LSTM моделін егжей-тегжейлі талқылау оның құрылымы мен жұмыс істеу принциптерінің сипаттамасын қамтиды. LSTM қайталанатын нейрондық желінің бір түрі ретінде контекстік ақпаратты сақтай отырып, деректер ретін өңдеу мүмкіндігіне байланысты басқа модельдерден жоғары. Бұл мәтіннің эмоционалды реңкін дәлірек түсіндіруді қамтамасыз етеді, LSTM табиғи тілдегі сезімді талдау үшін қолайлы таңдау жасайды. Оның зерттеуге қосылуы анағұрлым жетілдірілген сезімді талдау жүйелері мен чат-боттарды әзірлеу үшін қуатты құралды қамтамасыз ете отырып, модельдердің табиғи тілдің күрделілігіне дәлдігі мен бейімделуін айтарлықтай жақсартады. Зерттеу мәтіндегі күрделі эмоционалдық күйлерді дәлірек тану және талдау үшін әдістемені одан әрі жетілдіру және жаңа үлгілерді

әзірлеу маңыздылығын көрсетеді. Бқтимал бағыттарға модель параметрлерін оңтайландыру, күрделі архитектураларды пайдалану және модельдердің жалпылау қабілетін жақсарту үшін қосымша мүмкіндіктерді біріктіру кіреді.

Нәтижелер және оларды талқылау

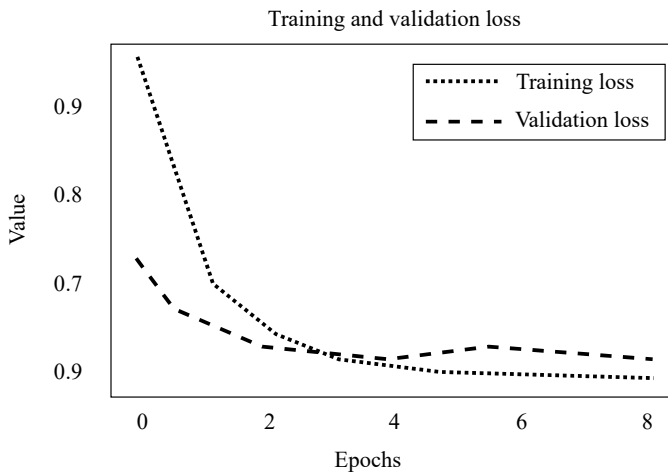
Мәтіндегі эмоцияны талдаудың басы талдау үшін белгілі бір сөйлемді таңдаудан басталады. Мысал: «Бұл кітап маған керемет әсер қалдырды және менің жанымды қатты тебіrentті». Бірінші қадам - мәтінді қалыпқа келтіру. Нормалау мәтінді кіші әріпке түрлендіруді және бөгде таңбалар мен тыныс белгілерін алып тастауды қамтиды. Бұл мәтінді бір жүйеге келтіруге және әріп регистріне және тыныс белгілеріне байланысты айырмашылықтарды болдырмауға мүмкіндік береді. Нәтижесінде нормадан кейінгі түпнұсқа сөйлем: «Бұл кітап маған керемет әсер қалдырды және менің жанымды қатты тебіrentті». Содан кейін мәтін жеке сөздерге немесе лексемаларға бөлінеді. Бұл процесс токенизация деп аталады және мәтінді жеке сөздер тізбегі ретінде көрсетуге мүмкіндік береді. Токенизация процесі таңбалауыштардың тізімін жасауға әкеледі: («this», «book», «left», «in», «me», «incredible», «impression», «and», «deeply», «touched», « my», «soul»).

Мәтіндегі эмоцияларды талдау үшін сөздерді машиналық оқыту моделі түсінетін сандық форматта көрсету керек. Ол үшін алдын ала дайындалған сөздерді кірістіру қолданылады. Сөздерді ендіру - сөздерді олардың арасындағы мағыналық қатынастарды ескере отырып, көп өлшемді кеңістікке бейнелейтін сандық векторлар. Үлкен мәтіндік деректер корпусында (мысалы, Word2Vec, GloVe) дайындалған алдын ала дайындалған сөздерді ендірулерді таңдау. Таңдалған ендірулерді пайдаланып, таңбалауыштар тізіміндегі әрбір сөзді (таңбалауышты) сәйкес сандық векторға түрлендіру. Мәтіндегі эмоцияларды талдау үшін машиналық немесе терең оқыту үлгілері таңдалады. Бұл Multinomial Naive Bayes, Multilayer Perceptron, Support Vector Machine сияқты үлгілерді немесе LSTM сияқты терең нейрондық желілерді таңдауды қамтуы мүмкін. Таңдалған үлгінің параметрлері реттеледі, мысалы, гиперпараметрлер (мысалы, SVM параметрлері) немесе желі параметрлері (мысалы, LSTM үшін қабаттар саны және кіріс деректер өлшемдері). Таңдалған модель алдын ала векторланған сөйлемдерді және оларға қатысты эмоция белгілерін қамтитын жаттығу деректері бойынша оқытылады. Модель валидация деректері бойынша бағаланады және оның өнімділігі берілген ұсыныстың нәтижелерін талдау үшін дәлдік, F1-балл және басқалар сияқты көрсеткіштер арқылы өлшенеді (2-сурет)



Сур. 2. LSTM моделінің дәлдік графигі
(Fig. 2. LSTM model accuracy plot)

Бұл график оқыту және валидация кезінде LSTM моделінің дәлдігінің өзгеруін көрсетеді. x осі оқыту дәуірлерінің санын көрсетеді, ал y осі 0-ден 1-ге дейінгі аралықта өлшенетін модельдің дәлдігін көрсетеді. График екі қисықты көрсетеді: біреуі жаттығу деректер жинағының дәлдігін көрсетеді, ал екіншісі валидация деректер жинағында. Бұл ұсыну бізге модельдің бар деректер жинағынан үйрену қабілетін ғана емес, сонымен қатар оның оқытуға қатыспаған деректер бойынша жалпылау қабілетін бағалауға мүмкіндік береді. Шығындар графигі (3-сурет) жаттығу кезінде LSTM моделінің жоғалту функциясының өзгеру динамикасын көрсетеді. x осі дәуірлер санын, ал y осі жоғалту функциясының мәнін көрсетеді. График екі жолды қамтиды: сәйкесінше оқыту және тексеру деректер жиындары үшін.



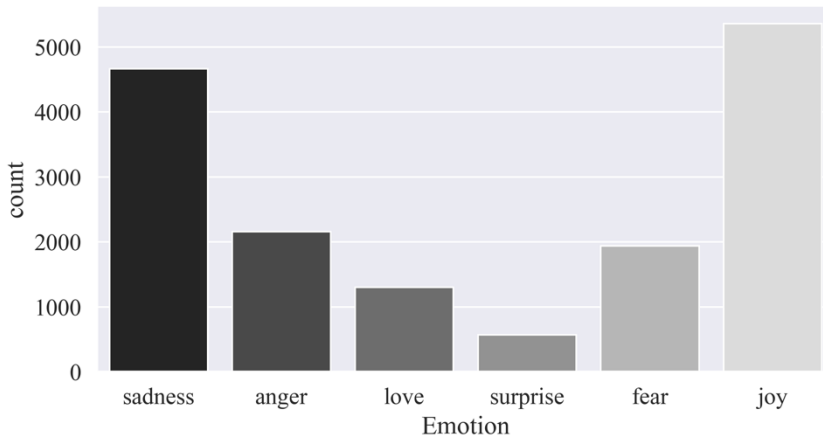
Сур. 3. LSTM моделі үшін шығын графигі
(Fig. 3. Loss graph for LSTM model)

Зерттеу оқуға, тексеруге және сынақ жиындарына бөлінген мәтіндік деректерге негізделген. Жаттығу жиынында 16 000 мысал бар, ал валидация және сынақ жинақтарында эмоция белгілері бар аннотацияланған 2 000 мысал бар, бұл модельдерді оқытуға және бағалауға негіз береді. Деректерді алдын ала өңдеу процесі мәтінді қалыпқа келтіруді, таңбалауды, векторлауды және алдын ала дайындалған кірістірулерді пайдалануды қамтыды, осылайша үлгілерді үйретуден бұрын мәтінді көрсетуді жақсартады. Multinomial Naive Bayes (MNB) әдісі 0,84, Multilayer Perceptron (MLP) - 0,89 және Support Vector Machine (SVM) - 0,87 дәлдікті көрсетті. LSTM негізіндегі модель валидация жинағында 0,9299 және сынақ жиынында 0,9245 дәлдікке қол жеткізіп, дәстүрлі алгоритмдерден асып түсті. Multinomial Naive Bayes (MNB) 0,84 дәлдігін көрсетті, бұл оны деректердегі күрделі тәуелділіктерді өңдеуде шектеулер болса да, мәтінді жіктеуге күшті үміткер етеді. 100,100, альфа=0,01 параметрлері бар көп қабатты перцептрон (MLP) 0,89 дәлдікке қол жеткізіп, күрделі мәтіндік деректерден үйрену және әртүрлі эмоционалды өрнектерге бейімделу қабілетін көрсетті. Қолдау векторлық машинасы (SVM) 0,87 дәлдікке қол жеткізіп, мәтіндік деректерді оның көңіл-күйіне негізделген бөлудегі тиімділігін дәлелдеді. Машиналық оқыту үлгілерін талдаудан басқа, LSTM негізіндегі терең нейрондық желі әзірленді, оның ішінде кірістірілген қабаттар және үш екі бағытты LSTM қабаттары бар. Бұл модель валидация жинағында 0,9299 және сынақ деректер жиынында 0,9245 тамаша дәлдікке қол жеткізді, бұл дәстүрлі машиналық оқыту үлгілерінің нәтижелерінен айтарлықтай асып түседі (4-сурет).

```
1 i didnt feel humiliated;sadness
2 i can go from feeling so hopeless to so damned hopeful just from being around someone who cares and is awake;sadness
3 im grabbing a minute to post i feel greedy wrong;anger
4 i am ever feeling nostalgic about the fireplace i will know that it is still on the property;love
5 i am feeling grouchy;anger
6 ive been feeling a little burdened lately wasnt sure why that was;sadness
7 ive been taking a milligrams or times recommended amount and ive fallen asleep a lot faster but i also feel like so funny;surprise
8 i feel as confused about life as a teenager or as jaded as a year old man;fear
9 i have been with petronas for years i feel that petronas has performed well and made a huge profit;joy
10 i feel romantic too;love
11 i feel like i have to make the suffering i m seeing mean something;sadness
12 i do feel that running is a divine experience and that i can expect to have some type of spiritual encounter;joy
13 i think it s the easiest time of year to feel dissatisfied;anger
14 i feel low energy i m just thirsty;sadness
```

Сур. 4. Түпнұсқа мәтін
(Fig. 4. Original text)

Салыстыру терең нейрондық желілер, әсіресе LSTM негізіндегі, эмоцияларды жіктеу дәлдігі бойынша дәстүрлі машиналық оқыту үлгілерінен айтарлықтай асып түсетінін көрсетті. Бұл табиғи тілді өңдеуде және мәтінді эмоциялық талдауда терең үйренудің артықшылықтарын растайды, оның анағұрлым қуатты және бейімделгіш сезімді талдау жүйелерін құру мүмкіндігін көрсетеді. Салыстыру терең оқытудың, әсіресе LSTM негізіндегі модельдердің эмоцияларды жіктеу тапсырмасы бойынша дәстүрлі машиналық оқыту әдістерінен асып түсетінін растайды. Бұл зерттеу табиғи тілді талдау үшін терең оқытудың өзектілігін көрсетеді (5-сурет) және осы саладағы болашақ дамудың бағыттарын ұсынады.



Сур. 4. Мәтіндегі эмоция мөлшерінің нәтижесі
(Fig. 5. The result of the amount of emotion in the text)

Біздің нәтижелер табиғи тілді зерттеу үшін жаңа көкжиектер ашады және мәтіндік ақпараттың эмоционалдық аспектілерін тереңірек түсінуге және қабылдауға мүмкіндік береді. Болашақ зерттеулер қарым-қатынастың эмоционалды контекстіне тиімді әрекеттесетін және жауап бере алатын сезімді талдау құралдарын, автоматтандырылған қолдау жүйелерін және чат-боттарды әзірлеуге бағытталуы мүмкін. Сондай-ақ, осы зерттеудің нәтижелері мәтіндегі күрделі эмоционалдық күйлерді дәлірек тануға және талдауға қабілетті жаңа үлгілерді әзірлеу мен әдістемені одан әрі жетілдіруге негіз бола алады. Бұл үлгі параметрлерін оңтайландыруды, күрделірек архитектураларды пайдалануды және үлгілерді жалпылау мүмкіндігін жақсарту үшін қосымша мүмкіндіктерді біріктіруді қамтуы мүмкін. Осылайша, мәтіндегі эмоцияларды талдауға негізделген ұсынылған әдістеме табиғи тіл саласындағы зерттеулердің жаңа көкжиектерін ашады және мәтіндік ақпараттың эмоционалдық аспектілерін тереңірек түсінуге және қабылдауға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Қорытындылай келе, біздің зерттеуіміз әртүрлі машиналық оқыту және терең оқыту әдістерін қолдана отырып, мәтіннің эмоционалдық мазмұнын талдауға бағытталған. Біз мәтіндік деректерді оқыту, тексеру және сынақ жиындарына қатаң түрде бөлеміз, осылайша үлгілерді оқыту және бағалау үшін сенімді негізді қамтамасыз етеміз. Мәтінді қалыпқа келтіруді, танбалауды және алдын ала дайындалған ендірулерді пайдалана отырып векторлауды қамтитын деректерді алдын ала өңдеу процесі оқыту үлгілерінен бұрын мәтінді көрсетуді жақсартатын негізгі қадам болып табылады. Тәжірибе барысында біз әртүрлі машиналық оқыту модельдерінің өнімділігін салыстырдық. Multinomial Naive Bayes (MNB) 0,84 дәлдігіне қол жеткізіп, күрделі деректер тәуелділіктерін өңдеудегі шектеулеріне қарамастан мәтінді жіктеу мүмкіндігін көрсетті. 100 және 100, альфа = 0,01 параметрлері бар көпқабатты перцептрон (MLP) моделі 0,89 дәлдікке қол жеткізіп, оның күрделі мәтіндік деректерден үйрену және әртүрлі эмоционалды өрнектерге бейімделу қабілетін ерекше атап өтті. Қолдау векторлық машинасы (SVM) 0,87 дәлдігіне қол жеткізді, бұл оның сезімге негізделген мәтіндік деректерді бөлудегі

тиімділігін көрсетеді.

Маңызды нәтиже LSTM негізіндегі терең нейрондық желінің, оның ішінде кірістіру қабаттары мен үш екі жақты LSTM қабатының артықшылығы болды. Бұл модель валидация деректер жинағында 0,9299 және сынақ деректер жинағында 0,9245 тамаша дәлдікке қол жеткізіп, дәстүрлі машиналық оқыту үлгілерінен асып түсті. Бұл мәтіндегі эмоцияларды талдау үшін терең оқытудың әлеуетін көрсетеді. Жалпы алғанда, біздің зерттеу нәтижелері мәтіндегі эмоцияларды талдаудың әртүрлі әдістерін қолданудың тиімділігін растайды. Ұсынылған зерттеу әдістемесі табиғи тілді талдау және машиналық оқыту саласына маңызды үлес болып, әртүрлі контексттерде дәлірек және бейімделгіш сезімді талдау жүйелерін құрудың жаңа мүмкіндіктерін ашады. Осы зерттеудің қорытындысы мәтіндегі эмоцияларды жіктеу тапсырмаларына терең оқытуды, атап айтқанда LSTM негізіндегі модельдерді қолданудың өзектілігін көрсетеді, бұл саладағы болашақ даму үшін құнды бағыттарды береді.

ӘДЕБИЕТ

- Афзал, С., Зианур, Б.М., Шокри, А., Шакиби, Х. және Собхани, Б. (2023). Көпқабатты перцептрондық нейрондық желі көмегімен модельдер арқылы энергияны тұтынуды болжау; әртүрлі оңтайландыру алгоритмдерін салыстыру. *Энергия*, 282, 128446.
- Баегизова, А., Мурзабекова, Г., Исмаилова, А., Әйтимова, У., Мұханова, А., Белдеубаева, З., ... & Найзағарсаева, А. (2022). МҮМКІНДІКТЕРДІ ТААНЫУ ҮШІН ЖАСАНДЫ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫҢ АЛГОРИТМДЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ. *Кәсіпорын технологияларының Шығыс-Еуропалық журналы*, 118(2).
- Ван, Х., Гао, Т., Чжу, З., Чжан, З., Лю, З., Ли, Дж. және Танг, Дж. (2021). KEPLER: білімді енгізу және алдын ала дайындалған тілді ұсынудың бірыңғай үлгісі. *Есептеу лингвистикасы қауымдастығының транзакциялары*, 9, 176-194.
- Вещоловска, А., Вебер, Д., және Костек, Б. (2023). Машиналық оқыту арқылы суреттер мен бейне үзінділеріндегі түстерден эмоцияны болжау. *IEEE қол жеткізу*.
- Дека, М.Дж., Калита, П., Дас, Д., Камбл, А.Д., Бора, Б.Дж., Шарма, П., және Медхи, Б.Дж. (2023). Әртүрлі фотоэлектрлік жылу жүйелерінде тәжірибе жасау арқылы көпқабатты перцептронды пайдалана отырып, сенімді нейрондық желі модельдерін құру тәсілі. *Энергияны түрлендіру және басқару*, 292, 117395.
- Жолшиева, Л., Манбетова, З., Қайбасова, Д., Қасымова, А., Тәшенова, З., Байжұманов, С., ... & Айхынбай, Қ. (2024). Терең оқыту әдістерін қолдану арқылы қол қимылын тануға негізделген адам мен машинаның өзара әрекеттесуі. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 14(1), 741-748.
- Кумар, Х. және Мартин, А. (2023). Жасанды эмоционалды интеллект: дәстүрлі және терең оқыту тәсілі. *Қолданбалары бар сараптамалық жүйелер*, 212, 118651.
- Курали, А., Доши, П., Вахария, А., Шах, М. (2023). Қорды болжау бойынша жасанды нейрондық желіні (ANN) және тірек векторлық машиналарын (SVM) кешенді салыстырмалы зерттеу. *Деректер ғылымының жылнамалары*, 10(1), 183-208.
- Ли, С. және Ли, Ф. (2023). Терең оқу негізінде әлеуметтік желі қолданушыларының эмоциясын тану. *PeerJ Computer Science*, 9, e1414.
- Мангла, П., Сингх, Г., Патхак, Н. және Чавла, С. (2023, маусым). Көпмүшелік Naive Bayes техникасын қолдану арқылы тілді сәйкестендіру. *Деректерді талдау және басқару бойынша халықаралық конференцияда (307-316 беттер)*. Сингапур: Springer Nature Сингапур.
- Мурзабекова, Г., Глазырина, Н., Некесова, А., Исмаилова, А., Базарова, М., Кашкимбаева, Н., ... & Алдашова, М. (2023). Дақылдардың ауруларын жіктеу үшін терең оқыту алгоритмдерін қолдану. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, 13(6), 6737-6744.
- Писнер Д.А. және Шньер Д.М. (2020). Қолдау векторлық машина. *Машиналық оқытуда (101-121 беттер)*. Академиялық баспасөз.
- Плаза М., Трус С., Кечковска Дж., Бокса Е., Садовски С., Коруца, З. (2022). Байланыс орталығының қолданбаларында эмоцияларды анықтау және жіктеу үшін машиналық оқыту алгоритмдері. *Датчиктер*, 22(14), 5311.
- Рой, А. және Чакраборти, С. (2023). Құрылымдық сенімділікті талдаудағы векторлық машинаны қолдау: шолу. *Reliability Engineering & System Safety*, 109126.
- Хема К. және Маркес F.P.G. (2023). спп және терең оқыту әдістерін қолдану арқылы эмоциялық сөйлеуді тану. — *Қолданбалы акустика*. — 211. —109492.

REFERENCES

- Afzal S., Ziapour B.M., Shokri A., Shakibi H. & Sobhani B. (2023). Building energy consumption prediction using multilayer perceptron neural network-assisted models; comparison of different optimization algorithms. *Energy*. — 282. — 128446.
- Bayegizova A., Murzabekova G., Ismailova A., Aitimova U., Mukhanova A., Beldeubayeva Z. & Naizagarayeva A. (2022). EFFECTIVENESS OF THE USE OF ALGORITHMS AND METHODS OF ARTIFICIAL TECHNOLOGIES FOR SIGN LANGUAGE RECOGNITION FOR PEOPLE WITH DISABILITIES. — *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. — 118(2).
- Deka M.J., Kalita P., Das D., Kamble A.D., Bora B.J., Sharma P. & Medhi B.J. (2023). An approach towards building robust neural network models using multilayer perceptron through experimentation on different photovoltaic thermal systems. *Energy Conversion and Management*. — 292. — 117395.
- Hema C. & Marquez F.P.G. (2023). Emotional speech recognition using cnn and deep learning techniques. *Applied Acoustics*. — 211. — 109492.
- Kumar H. & Martin A. (2023). Artificial Emotional Intelligence: Conventional and deep learning approach. — *Expert Systems with Applications*. — 212. — 118651.
- Kurani A., Doshi P., Vakharia A. & Shah M. (2023). A comprehensive comparative study of artificial neural network (ANN) and support vector machines (SVM) on stock forecasting. *Annals of Data Science*. — 10(1). — 183–208.
- Li C. & Li F. (2023). Emotion recognition of social media users based on deep learning. *PeerJ Computer Science*. — 9. — e1414.
- Mangla P., Singh G., Pathak N. & Chawla S. (2023, June). Language Identification Using Multinomial Naive Bayes Technique. In *International Conference on Data Analytics & Management*. — Pp. 307–316. — Singapore: Springer Nature Singapore.
- Murzabekova G., Glazyrina N., Nekessova A., Ismailova A., Bazarova M., Kashkimbayeva N. & Aldashova M. (2023). Using deep learning algorithms to classify crop diseases. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*. — 13(6). — 6737–6744.
- Pisner D.A. & Schnyer D.M. (2020). Support vector machine. In *Machine learning*. — Pp. 101–121. — Academic Press.
- Płaza M., Trusz S., Kęczkowska J., Boksa E., Sadowski S. & Koruba Z. (2022). Machine learning algorithms for detection and classifications of emotions in contact center applications. *Sensors*. — 22(14). — 5311.
- Roy, A., & Chakraborty, S. (2023). Support vector machine in structural reliability analysis: — A review. *Reliability Engineering & System Safety*. — 109126.
- Wang X., Gao T., Zhu Z., Zhang Z., Liu Z., Li J. & Tang J. (2021). KEPLER: A unified model for knowledge embedding and pre-trained language representation. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*. — 9. — 176–194.
- Wędołowska A., Weber D. & Kostek B. (2023). Predicting emotion from color present in images and video excerpts by machine learning. — *IEEE Access*.
- Zholshiyeva L., Manbetova Z., Kaibassova D., Kassymova A., Tashenova Z., Baizhumanov S. & Aikhynbay K. (2024). Human-machine interactions based on hand gesture recognition using deep learning methods. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*. — 14(1). — 741–748.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 69–84
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.267>

MPHTI: 27.25.19

© A. Akynbekova¹, A. Mukhanova^{1*}, Salah Al-Majeed², G. Altayeva³, 2024

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

²Lincoln University, Lincoln, Britain;

³M.Kh. Dulati Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan.

E-mail: ayagoz198302@mail.ru

FUZZY DECISION MAKING MODELS FOR ASSESSING SOCIAL PROCESSES OF REGIONAL DEVELOPMENT

Abstract. The article presents the problems of fuzzy modeling of social processes of regional development. Based on the study, classes of models of social dynamics were identified, and models for assessing the development of social processes in the region were developed. Methods of cognitive modeling of fuzzy modeling of modern social processes and situations were also considered. The concept of decision-making in social processes has been developed. The created complex of fuzzy models (using standard functions, using paired comparison, using statistical data), which are used to assess the development of the social sphere of the region, will allow one to correctly characterize the social indicators of the region's development at different stages of the decision-making process about social processes. Fuzzy models make it possible to apply high-quality expert hypotheses about the real and expected level of development of the region. The model for a comprehensive assessment of the strategic development of the region allows you to track changes in the socio-economic situation, compare integral assessments by year of development, and also monitor the effectiveness of the implementation of social development programs in the region.

Keywords: social processes, fuzzy model, fuzzy cognitive model, fuzzy cognitive map, pairwise comparison model, model using statistical data, model using expert assessments, integral assessment model

© А.Т. Акынбекова¹, А.А. Муханова^{1*}, Salah Al-Majeed², Г.С. Алтаева³, 2024

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

²Lincoln University, Lincoln, Великобритания;

³М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан.

E-mail: ayagoz198302@mail.ru

АЙМАҚТЫ ДАМУДЫҢ ӘЛЕУМЕТТІК ПРОЦЕСТЕРІН БАҒАЛАУ ҮШІН ШЕШІМДЕР ҚАБЫЛДАУДЫҢ БҰЛДЫР МОДЕЛЬДЕРІ

Аннотация. Мақалада аймақтық дамудың әлеуметтік процестерін бұлдыр модельдеу мәселелері қарастырылған. Зерттеу негізінде әлеуметтік динамика үлгілерінің сыныптары анықталып, аймақтағы әлеуметтік процестердің дамуын бағалау үлгілері әзірленді. Сондай-ақ қазіргі уақыттағы әлеуметтік процестер мен жағдайларды бұлдыр модельдеудің когнитивтік модельдеу әдістері қарастырылды. Әлеуметтік процестерде шешім қабылдау концепциясы жасалынды. Аймақтың әлеуметтік саласының дамуын бағалау үшін қолданылатын бұлдыр модельдердің құрылған кешені (стандартты функцияларды пайдаланатын, жұптық салыстыруды пайдаланатын, статистикалық деректерді пайдаланатын) әлеуметтік процестер туралы шешім қабылдау процесінің әртүрлі кезеңдерінде аймақ дамуының әлеуметтік көрсеткіштерін дұрыс сипаттауға септігін тигізеді. Бұлыңғыр модельдер аймақ дамуының нақты және күтілетін деңгейі туралы жоғары сапалы сараптамалық гипотезаларды қолдануға жағдай жасайды. Аймақтың стратегиялық дамуын кешенді бағалау моделі әлеуметтік-экономикалық жағдайдағы өзгерістерді қадағалауға, даму жылдары бойынша интегралды бағалауларды салыстыруға, сондай-ақ өңірдегі әлеуметтік даму бағдарламаларының іске асырылу тиімділігін бақылауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: әлеуметтік процестер, бұлдыр модель, бұлдыр когнитивтік модель, бұлдыр когнитивтік карта, жұптық салыстыру моделі, статистикалық мәліметтерді пайдаланатын модель, сараптамалық бағалауды пайдаланатын модель, интегралды бағалау моделі

© А.Т. Акынбекова¹, А.А. Муханова^{1*}, Salah Al-Majeed², Г.С. Алтаева³, 2024

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

²Lincoln University, Lincoln, Великобритания;

³Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан.

F-mail: ayagoz198302@mail.ru

НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Аннотация. В статье представлена проблематика нечеткого моделирования социальных процессов развития региона. На основе проведенного исследования выявлены классы моделей социальной динамики, и разработаны модели оценки развития социальных процессов региона. Также были рассмотрены методы когнитивного моделирования нечеткого моделирования современных социальных процессов и ситуаций. Разработана концепция принятия решений в социальных процессах. Созданный комплекс нечетких моделей (с использованием стандартных функций, с использованием парного сравнения, с использованием статистических данных), которые используются для оценки развития социальной сферы региона, позволит корректно характеризовать социальные показатели развития региона на разных этапах процесса принятия решений о социальных процессах. Нечеткие модели создают условия применять качественные экспертные гипотезы о реальном и предполагаемом уровне развития региона. Модель комплексной оценки стратегического развития региона позволяет отслеживать изменения социально-экономической ситуации, сравнивать интегральные оценки по годам развития, а также контролировать эффективность реализации программ социального развития региона.

Ключевые слова: социальные процессы, нечёткая модель, нечеткая когнитивная модель, нечеткая когнитивная карта, модель попарных сравнений, модель с использованием статистических данных, модель с использованием экспертных оценок, модель интегральной оценки

Кіріспе

Қоғамда болып жатқан процестерді басқарудың заманауи тәжірибесінде шешім қабылдаушы жақ (ШҚЖ) нақты құрылымы жоқ және оқшауланған тапсырмалардан тұратын мәселелер бойынша шешімдер қабылдау жағдайларымен көбінесе ұшырасуына тура келеді. Ондай дәлелдердің бірнешеуін атайтын болсақ қоғамдағы әлеуметтік процестердің жай-күйі, белгісіздік жағдайлары және өзгермелі сыртқы орта туралы ақпараттың болмауы болуы мүмкін. Нәтижесінде басқару шешімдері қабылданатын әлеуметтік процестер туралы сенімді ақпараттың болмауы субъективті себептерден туындаған жалғыз белгісіздік емес. Сонымен қатар, әлеуметтік-экономикалық жүйелердің даму мақсаттары мен олардың өзара әрекеттесу құрылымы арасындағы байланысты анықтаудағы күрделілік пен белгісіздікті, сондай-ақ басқару шешімдерінің тиімділігін бағалау критерийлерін қалыптастырудың күрделілігін атап өткен жөн. Әрқашан дерлік жүйедегі ағымдағы жағдайға қанағаттанбауды басқару субъектісі мойындайды, бірақ оның жағдайды өзгертудің себептері мен мүмкін жолдары туралы идеясы анық емес, белгісіз және көптеген қарама-қайшылықтарды қамтиды.

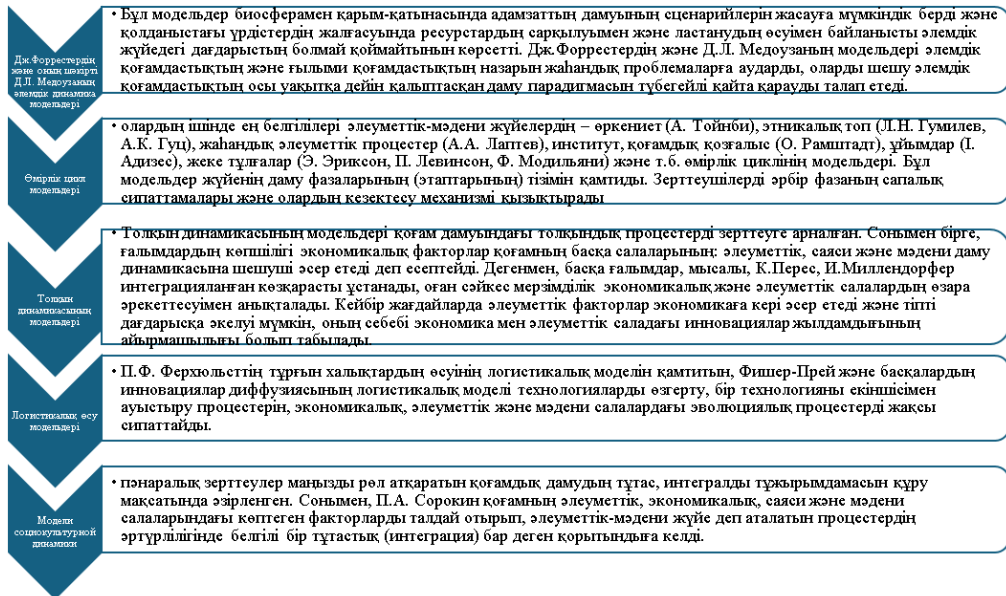
Зерттеу және модельдеу кезінде әлеуметтік процестерді дұрыс бағалау үшін олардың негізгі параметрлерін анықтау қажет. Осыған байланысты, ең алдымен, белгісіздікті зерттеуде жалпыдан нақтыға қарай танымдық принцип қолданылады, оған сәйкес қоғамдағы әлеуметтік процестердің қызмет етуі мен дамуының жалпы ережелерімен әлеуметтік процестерді абстрактілі деңгейде талдау және зерттеу үшін қажетті әлеуметтік динамиканың әмбебап үлгілері жасалынады.

Халықаралық модель негізінде нақты процестерді егжей-тегжейлі зерттеу үшін қолданылатын отандық модельдер жасалады. Зерттеудің келесі кезеңі – нақтыдан жалпыға қарай – жаңа жаһандық модельді құруға әкелетін

ішкі модельдерді іс жүзінде пайдалану тәжірибесін талдау және оқшаулау болып табылады. Бұл реттілік циклдік дамуды және әлеуметтік динамиканың неғұрлым жетілдірілген үлгілеріне өтуді сипаттайды (Паращук, 2017: 8).

Материалдар мен негізгі әдістер

Төмендегі 1-суретте әлеуметтік динамиканың қазіргі уақытта белгілі үлгілері келтірілген, оларды келесі модельдер сыныптарына бөлуге болады.



Сурет 1. Әлеуметтік динамиканың заманауи үлгілері

Әлеуметтік динамиканың қазіргі үлгілері. Қазіргі уақытта стратегиялық жоспарлауда, тарихи баламаларды талдауда, адамзат алдында тұрған жаһандық мәселелерді шешу жолдарын іздеуде және өзгермелі жағдайларда әлеуметтік жүйелердің мінез-құлқын болжауда қолданылатын пәнаралық зерттеулер ең перспективалы болып табылады (Пинкевич, 2015: 19). Синергетика және сызықты емес динамика әдістері кең тарады: тербелістер мен толқындар, бифуркациялар, апаттар, динамикалық хаос, фракталдар, жасушалық автоматтар және т.б.

Әлеуметтік процестерді басқару технологияларында революциялық өзгерістер болды. Барған сайын күрделі және тұрақсыз әлемде басқарудың жаңа сапасына қол жеткізуге арналған когнитивті және мульти-агентті технологиялар қарқынды дамып келеді. Басқарудың жаңа технологияларын енгізу үшін тиісті басқару органдарының жанынан басқару сапасын жаңа деңгейге көтеретін, әлеуметтік жүйелердің қазіргі және келешек жағдайларда өміршеңдігі мен дамуын қамтамасыз ететін мамандандырылған ситуациялық орталықтар құрылуда. Когнитивті технологиялар деп таным, оқу, қарым-қатынас, ақпаратты өңдеу процестері туралы мәліметтерге, нейроғылым жетістіктеріне, өзін-өзі ұйымдастыру теорияларына, ақпараттық технологияларға, сана элементтерін математикалық модельдеуге және басқа да ғылыми бағыттарға негізделген субъектілердің мақсатына жету әдістері мен алгоритмдері түсініледі.

Когнитивтік технологиялар әртүрлі сипаттағы көптеген элементтерден тұратын әлсіз формальды, әлсіз құрылымды жүйелерді зерттеу үшін қолданылады,

олардың арасындағы тәуелділік сандық та, сапалық та сипатта болады. Әрекет етуі мен дамуының мәселелерін шешу үшін когнитивті модельдеуді қолданған жөн деп саналатын әлсіз құрылымды жүйелер класына әлеуметтік жүйе, соның ішінде әлеуметтік процестер жатады. Н.А. Абрамованың, З.К. Авдееваның, Г.В. Горелованың, В.В. Кулбаның, В.И. Максимовтың, В.Г. Хорошевскийдің, Р.Аткиннің, Дж. Кастидің және т.б. еңбектері когнитивтік модельдеу мәселелеріне арналған.

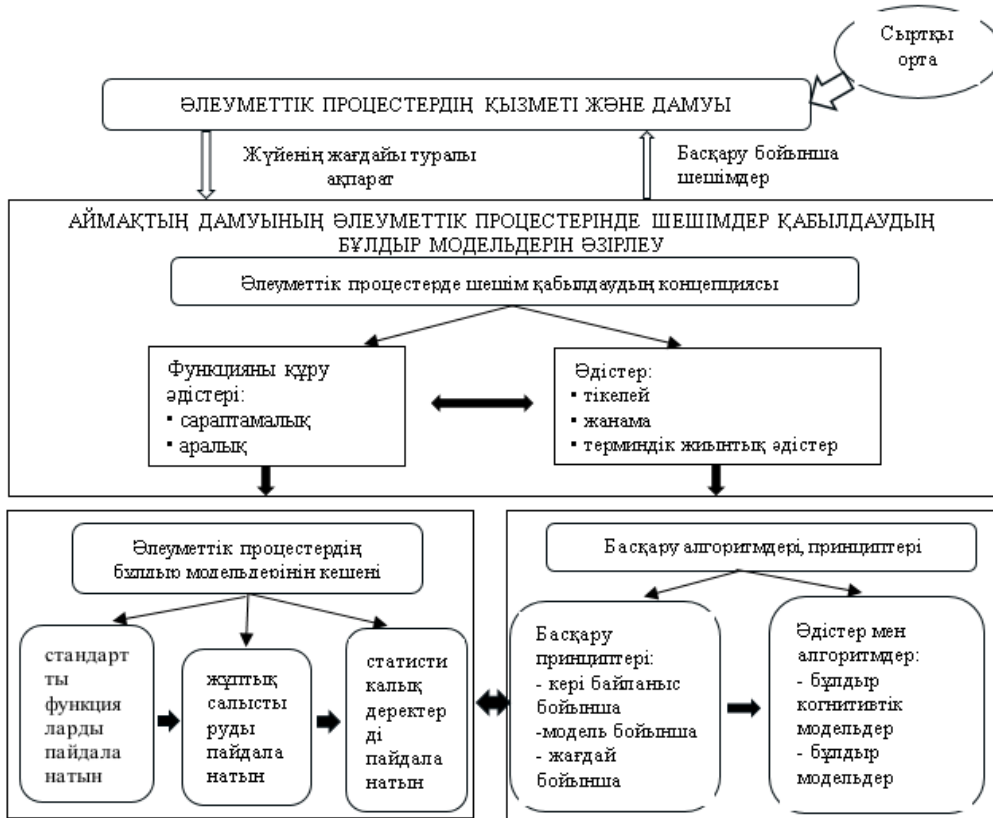
Қазіргі уақытта әлеуметтік процестер мен жағдайларды бұлдыр когнитивтік модельдеу әдістері белсенді түрде жасалуда (Шуапов, 2019: 5). Бұл әдістер бұлдыр когнитивтік модельдердің (карталардың) әртүрлі түрлерін әзірлеуге және талдауға негізделген, олардың ішінде ең танымалы Б. Косконың бұлдыр когнитивтік карталары болып табылады; В. Силовтың бұлдыр когнитивтік карталары; бұлдыр өндірістік когнитивтік карталар; бұлдыр жалпылама өндірістік когнитивтік карталар; бұлдыр реляциялық когнитивтік карталар. Бұл модельдер белгісіздік жағдайында әлеуметтік процестер мен жағдайларды сапалық және сандық талдауға мүмкіндік береді. Л.А. Гинистің, О.П. Кузнецовтың, А.А. Кулиничтің, Д.Г. Лагереvтің, А.Г. Подвесовскийдің, П.Гроумпостың, Э.Папагеоргионың, С.Стийлостың және т.б. еңбектері бұлдыр когнитивтік модельдеу мәселелеріне арналған. Қазақстандық зерттеушілер З. Ибраева, С.С. Табултаев жұмсақ есептеу негізіндегі компанияның маркетингі стратегиясын әзірлеудің бұлдыр логикалық әдістеріне зерттеулер жүргізген (Шуапов, 2019: 6).

Әлеуметтік процестерді модельдеуге және басқаруға қолданыстағы тәсілдерді талдау бүгінгі таңда көптеген модельдер ұсынылғанын көрсетті, бірақ олар әлемдік динамикалық модельдер сияқты жаһандық сипатқа ие, немесе толқындық динамикалық модельдер және тарихи динамикалық модельдер сияқты үлкен уақыт интервалдарын қамтиды. Сонымен қатар, белгілі модельдердің көпшілігі қоғамның қызмет ету аспектілерінің бірін ғана зерттеуге бағытталған: экономикалық, саяси, әлеуметтік немесе рухани-мәдени. Осылайша, бір-бірімен байланысты ішкі жүйелердің (қоғамның өмір сүру сфераларының) біртұтас динамикалық кешені ретінде бір мемлекет (ел) деңгейінде әлеуметтік процестерді басқару проблемалары аз зерттелген.

Басқару шешімдерін қабылдау процесін ұйымдастыру аймақтың дамуының әлеуметтік процестерін бақылау және бағалау нәтижелері негізінде жүзеге асырылуы тиіс. Сондықтан аймақтық даму факторларын бағалау міндеті даму жоспарларын талдау және әзірлеу кезеңдерінде де, оларды жүзеге асыру кезеңінде де үлкен маңызға ие.

Шешім қабылдаудың бұлдыр модельдерін құру кезінде ең маңызды кезеңдердің бірі модельде қолданылатын бұлдыр және лингвистикалық айнымалылардың негізгі мәндерінің семантикасын сипаттайтын жиынтық мүшелік функцияларын құру кезеңі болып табылады. Мүшелік функциясын құру әдісін таңдаған кезде пәндік аймақтың ерекшеліктері мен ақпарат көздерін ескеру қажет. Адекватты түрде құрастырылған мүшелік функциялар — бұл тәуелсіз құндылыққа ие аймақтық дамудың әлеуметтік процестерінің модельдері, өйткені олар көрсеткіш құнының нақты, күтілетін немесе қолайлы деңгейі туралы сарапшының идеяларын сипаттайды, сондай-ақ шешім қабылдаудың басқа модельдерінде баламалардың бұлдыр бағалары ретінде қызмет етеді.

Осыған байланысты анық емес жиындардың мүшелік функцияларын құрудың қолданыстағы әдістеріне шолу жүргізіледі. Макродеңгейдегі ұйымдық жүйе ретінде әлеуметтік процестерде шешім қабылдау әдістемесі келесі негізгі құрамдастарды қамтиды (сурет 2):



Сурет 2. Әлеуметтік процестерде шешім қабылдау концепциясы

• біріншіден, функцияны құру әдістеріне негізделген әлеуметтік процестерде шешім қабылдау тұжырымдамасы: сараптамалық, аралық, сонымен қатар тәсілдер: тікелей, жанама, терминдік жиынтық әдістер;

• екіншіден, стандартты функцияларды, жұптық салыстыруды және статистикалық деректерді пайдалана отырып, үлгілерді дәйекті әзірлеуді көздейтін әлеуметтік процестердің бұлыр модельдерінің кешені;

• үшіншіден, әлеуметтік процестердегі басқару принциптері мен шешімдер қабылдау алгоритмдерінің жиынтығы.

Ұсынылған әдістеме негізінде аймақ дамуының әлеуметтік процестеріне баға беріледі, оны басқару бойынша шешімдер қабылданады, қабылданған шешімдердің тиімділігі бағаланады.

Сонымен, бір жағынан, сараптамалық әдістер үшін өлшемдердің сипаты (бастапқы немесе туынды) және сарапшыдан ақпарат алынатын және сараптамалық ақпаратқа қолданылатын операциялардың рұқсат етілген түрін анықтайтын шкала түрі маңызды. Екінші жағынан, қасиеттердің екі түрі бар: тікелей өлшеуге болатын және сапалы болып табылатын және анықталатын ұғымға қатысты олардың салыстырмалы орнын анықтау үшін қарастырылатын қасиетке ие объектілерді

жұптық салыстыруды қажет ететін қасиеттер.

Сараптамалық бағалау негізінде бұлдыр жиынның мүшелік функциясын құрудың бірқатар әдістері бар. Әдістердің үш тобын бөлуге болады: тікелей, жанама әдістер және терминдік жиынтық мүшелік функцияларын құру әдістері.

Мүшелік функциясы сарапшылар тобының пікірін де, бір (бірегей) сарапшының пікірін де көрсете алатындықтан, әдістердің келесі топтарын ажыратуға болады: бір сарапшы үшін тікелей және жанама, бір топ сарапшылар үшін тікелей және жанама әдістер.

Тікелей әдістер сарапшының A ұғымын сипаттайтын μ мүшелік функциясының мәндерін анықтау ережелерін тікелей белгілеуімен анықталады.

Тікелей әдістердің мысалдары: мүшелік функцияны кестемен, формуламен, мысалмен тікелей көрсету (Шуапов, 2019: 7). Тікелей тағайындау былай негізделеді: «Өзінің табиғаты бойынша бағалау жуықтау болып табылады. Көптеген жағдайларда деректер жиынтығының аз болса да ұқсас сипаттамасы жеткілікті, өйткені адамдардың негізгі шешетін тапсырмаларының көпшілігі жоғары дәлдікті қажет етпейді».

Әдетте өлшенетін қасиеттермен сипатталатын ұғымдарды сипаттау үшін тікелей әдістер қолданылады. Бұл жағдайда мүшелік дәрежесінің мәндерін тікелей көрсету ыңғайлы. Тікелей әдістерге $\mu^a(u) = P(A|u)$, мүшелік функциясының ықтималдық интерпретациясына негізделген әдістер жатады, яғни объект пен eI/A ұғымын сипаттайтын жиынға тағайындалу ықтималдығы.

Егер адамдардың кездейсоқ қателіктер жібермейтініне және «сенімді және дұрыс құрал» ретінде жұмыс істейтініне кепілдік берілсе, олардан мүшелік құндылықтары туралы тікелей сұрауға болады. Дегенмен, бұрмаланулар бар, мысалы, объектілердің рейтингтерін рейтингтік шкаланың соңына қарай жылжытудың субъективті тенденциясы. Сондықтан мүшелікті тікелей анықтауға негізделген тікелей өлшеулер мұндай қателер шамалы немесе мүмкін емес болғанда ғана қолданылуы керек.

Көптеген шетелдік авторлардың еңбектерінде мүшелік дәрежесін тікелей тағайындауды немесе мүшелік функциямен сәйкес келетін аналитикалық функцияны тағайындауды ұсына отырып, бір сарапшы үшін тікелей әдістер талқыланады (Makarova, 2019: 5).

Жанама әдістерде мүшелік функциясының мәндері алдын ала тұжырымдалған шарттарды қанағаттандыратындай етіп таңдалады. Эксперттік ақпарат тек әрі қарай өңдеуге арналған бастапқы ақпарат болып табылады. Алынған ақпарат түріне де, өңдеу процедурасына да қосымша шарттар қойылуы мүмкін.

Жанама әдістер «өлшеу құралдары» ретінде адамдар туралы әлсіз болжамдарға сүйенеді. Мұндай жағдайларда объектілерді жұптық салыстыру үшін тек дәрежелік өлшемдер қолданылады. Тікелей әдістерге қарағанда жанама әдістер көп еңбекті қажет етеді, бірақ олардың артықшылығы жауап берудің ауытқуына төзімді. «Сөзсіз экстремум шарты» жанама әдістер үшін алға тартылған: мүшелік дәрежесін анықтау кезінде зерттелетін объектілердің жиынтығында $[0, 1]$ интервалындағы сандық бейнелері бар кемінде екі объект болуы керек, тиісінше 0 және 1 мәндері.

Г.Дж. Скаланың еңбегінде идеалды және ерікті объектілердің параметрлік спецификациясы ұсынылады, оның негізінде объект пен идеал арасындағы ұқсастық

өлшемі енгізіледі. Саати Т.Л. еңбектерінде күрделі иерархиялық қасиеттерді сипаттау үшін тәсіл қолданылады. Зерттеу кезінде мүшелік функциясының мәндерін алу үшін жұптық салыстыру матрицасының ең үлкен меншікті мәнін табу мәселесі шешіледі.

А.П. Шер еңбектерінде сарапшылар тобына арналған жанама әдістер талданады және сарапшылық бағалауларды орташалау арқылы алынған бастапқы «бұлыңғыр» функцияны бұлыңғыр емес, анық жиынның сипаттамалық функциясына дейін азайтуға мүмкіндік беретін процедура талқыланады.

Сондай-ақ интервалды бағалауға негізделген мүшелік функцияларды құру әдісі де осы жерде келтірілген. Бұл әдіс қабылданатын және қабылданбайтын (бақыланбайтын параметрлер кеңістігінде) және идеалды және қанағаттанарлықсыз (критерийлер кеңістігінде) кеңістіктер арасында нақты шекара жоқ кезде, таңдау мәселелерін шешу үшін қолданылады.

Мүмкіндіктер теориясы, мысалы, «жақсы» нысанды таңдау үшін, сарапшының h мәнінің $[h^*, h^0]$ интервалына әсер етуі мүмкін деген болжамына негізделген. Бұл жағдайда интервалдың шекаралық мәндері келесі интерпретацияға ие. Мұнда a объекті үшін h параметрінің мәнін өлшеу нәтижесі h^a болсын. Сонда h^* – «идеалды» аймақтың шекарасы, яғни, егер $h^a \geq h^*$, болса, объект тұжырымдамаға идеалды сәйкес деп танылуы керек.

Егер $h^a \leq h^0$, болса, жағдай былай түсіндіріледі: объектінің «жақсы» болу мүмкіндігі $\pi(Q) = 0$

$h^0 < h^a < h^1$ үшін сәйкес мүмкіндіктердің $0 < \pi(Q) < 1,0$ мәндері болатыны анық. Бұл мақалада сызықтық интерпретацияда $\pi(Q)$ табу формулалары берілген, яғни h^a – ның h^* шекарасына жақындаған сайын объектіні «жақсы» деп тану мүмкіндігі сызықты түрде артады деп болжанады. Мұнда h – «ұтыс» типінің критерийі деп болжанады, яғни, анықтаудың барлық аймақтарында $h^0 < h^*$ болады. Сонымен қатар, көбінесе сарапшының идеялары сызықтық тәуелділікті қолдануға мүмкіндік бермеуі мүмкін μ_h мүшелік функциясы төмен немесе жоғары қарай дөңес пішінге ие болуы мүмкін және т.б. μ_h функциясының үш мәнінің болуы (сарапшы көрсеткендей, сондай-ақ 0 және 1) $[h^0, h^*]$ аралықта оны толығымен қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Алынған функция мүмкіндіктерді бөлу деп аталады және баламаның «жақсы» балама ұғымына сәйкестік дәрежесін сипаттайды. Мүмкіндіктердің ең типтік үлестірімі бірмодальды және амодальды функциялар болып табылады.

Тәжірибелік есептерді шешуде бұл әдістерді интенсивті қолдануды болдырмайтын негізгі қиындық мүшелік функция теорияның өзінен тыс нақтылануы керек, сондықтан оның сәйкестігін тікелей теория арқылы тексеру мүмкін емес. Мүшелік функцияны құрудың қазіргі кезде белгілі әрбір әдісі дәл осындай конструкцияны таңдау үшін өз талаптары мен негіздемелерін тұжырымдайды.

Терминдік жиын құру әдістері. Бұл әдісті қолданудағы нақты мәселе — лингвистикалық айнымалылар терминдерінің бұлдыр жиындарын сипаттайтын мүшелік функцияларды құру.

Шешім қабылдау мәселелерін формализациялауда қолданылатын L лингвистикалық айнымалысы іс жүзінде, әдетте, 2–10 терминнен тұратын $T = \{T_i\}$ негізгі термин жиынына ие. Әрбір термин кейбір негізгі u айнымалысының U мәндер жиынының бұлдыр ішкі жиынымен сипатталады және L лингвистикалық мән ретінде қарастырылады. Термин жиынының барлық элементтерінің бірігуі U

толық қамтиды деп болжанады. Бұл кез келген $u \in U$ элементі кейбір $T_i \in T$ арқылы сипатталатындығына кепілдік береді. Практикалық есептердегі кіріс мәндері жиі өте шулы болады (шу сарапшының бағалауының субъективтілігін де қамтуы мүмкін), сондықтан лингвистикалық айнымалылар терминдерінің бұлдыр ішкі жиындарының мүшелік функциялары жеткілікті түрде кең таңдалуы керек.

Зерттеуде стандартты үш және бес деңгейлі бұлдыр 01 классификаторларын пайдалану ұсынылады. Олардың мәні мынада: егер фактор туралы 01 тасымалдаушы (тең артықшылық принципі) шегінде кез келген мәндерді қабылдай алатынынан басқа ештеңе белгілі болмаса және фактордың сапалық және сандық бағалаулары арасында байланыс орнату қажет болса, онда ұсынылған классификатор мұны максималды сенімділікпен жасайды.

Зерттеу кезінде мүшелік функциясы статистикалық мәліметтерді өңдеу арқылы анықталады. Элементті сипаттау үшін бұлдыр жиынмен анықталған ұғымды пайдалану жиілігін бағалау элементтің жиынға мүшелік дәрежесі ретінде қабылданады. Кеңес матрицалары мүшелік функцияларын тегістеу үшін пайдаланылады.

Үздіксіз тасымалдаушыда (нақты сандар аралығы) анықталған лингвистикалық айнымалыны пайдалану кезінде компьютер жадында мүшелік функцияны сақтау міндеті туындайды. Мысалы, әдебиетте мүшелік функцияны стандартты π -функция түрінде бейнелеу әдісі ұсынылған, ол екі параметрмен анықталады: x_j – функцияның мәні 1-ге тең болатын мән; η - функцияның мәні 0,5 болатын мән.

Аймақтық дамудың әлеуметтік процестері үшін шешімдерді қолдау модельдерінде бұлдыр жиындардың мүшелік функцияларын құру әдісін таңдау кезінде әдіске келесі талаптар тұжырымдалған:

- үлгі құру үшін шешім қабылдау процесінің әртүрлі субъектілерінен: мемлекеттік органдардан, кәсіпорындар мен қоғамдық ұйымдардан, облыс тұрғындарынан алынған ақпаратты формализациялау мүмкіндігі болуы керек.

- модель бұлдыр концепциямен сипатталған аймақ дамуының әлеуметтік процестеріндегі фактордың ерекшелігін (сарапшыдан ақпарат алынатын өлшемдердің сипаты мен шкала түрі) ескеруі қажет.

Бұдан әрі аймақтық дамудың әлеуметтік процестерін бағалаудың таңдалған бұлдыр әдістері толығырақ қарастырылады.

Жұптық салыстыру әдісі арқылы аймақтық дамудың әлеуметтік процестерін бағалау моделі. Бұл модель өлшенетін әмбебап элементарлық өлшем қасиеттері жоқ аймақтық дамудың әлеуметтік процестерін бағалау үшін пайдалануға ұсынылады. Мысалы, аймақ тұрғындарының әлеуметтік-мәдени өмір сүру жағдайларының факторларын сипаттау («Өлкенің тарихи маңызы», «Өмір сүру деңгейі», «Өзін-өзі жүзеге асырудың әртүрлі нұсқалары» т.б.)

Жұптық салыстыру әдісі әрбір $x \in X$ элементі үшін $\mu_A(x)$ мүшелік дәрежесін анықтаудың жалпы тапсырмасын бірнеше санға бөлу арқылы мүшелік функцияны құру нәтижелеріне субъективті әсерді азайту үшін қолданылатын жанама әдістердің өкілі болып табылады (Martynov, 2019: 10).

Аймақтың әлеуметтік-экономикалық даму факторларының бірін бағалау мысалында модельдің әсерін көрсетейік. $T =$ («кіші», «орташа», «жоғары») негізгі мәндер жиыны бар β - («Өмір сүру сапасы», T , X) лингвистикалық айнымалысын

енгізейік.

Әрбір негізгі мән бұлдыр айнымалымен сипатталады, мысалы, «орташа» термині бұлдыр айнымалымен («орташа», X , C) сипатталады. Көрсеткіш әмбебап өлшемдік қасиеттерге ие болмағандықтан, біз облыстың он ауданының өмір сүру сапасының деңгейін бағалаймыз. Сонымен, X = анықтамасының шегі (Жамбыл облысының аудандары). «Орташа» терминін сипаттайтын бұлдыр C жиынының μ мүшелік функциясын құрайық, яғни $\mu_C(x)$ ($x \in X$) мәндерін анықтайық.

μ мүшелік функциясы $M = \|\mu_{ij}\|$ элементтері $x_j \in X$ элементтерімен салыстырғанда $x_i \in X$ элементтерінің бұлдыр C жиынына мүшелік қарқындылығының кейбір бағалауларын білдіретін $M = \|\mu_{ij}\|$ жұптық салыстыру матрицасы арқылы анықталады. Сарапшы әрекет ететін ұғымдар және бұл ұғымдардың түсіндірмесі 1-кестеде келтірілген.

Бағалардың сәйкестігін жақсарту үшін диагональ элементтері үшін $m_{ij} = 1$, демек, $m_{ij} = 1$ деп болжанады. $\mu_C(x_1), \mu_C(x_2), \dots, \mu_C(x_n)$ мүшелік функциясының x_1, x_2, \dots, x_n нүктелеріндегі мәндері $M^*r = v_{\max}^*r$, $r = (r_1, r_2, \dots, r_n)$ - ұзындығы r векторы; v_{\max} - M матрицасының ең үлкен меншікті мәні. M матрицасы құрылысы бойынша оң болғандықтан, бұл мәселенің шешімі бар және оң. Соңында біз келесі формуланы аламыз (Гузаиров, 2013: 5):

$$\mu_C(x_i) = 1 / \sum_{j=1}^n m_{ij}$$

Екі сарапшыдан сұхбат алу арқылы жұптық салыстыру матрицалары алынды (1-кесте). Бірінші сарапшының сауалнамасының нәтижесі бойынша есептер шығарайық.

Кесте 1. m_{ij} мәндерінің интерпретациясы

Мағынасы	m_{ij}
$\mu(x_i)$ шамамен $\mu(x_j)$ тең	1
$\mu(x_i)$ мәнінен сәл үлкен $\mu(x_j)$	3
$\mu(x_i)$ мәнінен үлкен $\mu(x_j)$	5
$\mu(x_i)$ $\mu(x_j)$ мәнінен айтарлықтай үлкен	7
\wedge (д.) көбірек р.(лгу) μ_C^* ,(-) айтарлықтай көп $\mu(x)$ μ_C^* ,) әлдеқайда көп	9
Көрсетілгендер арасында аралық дәрежедегі мәндер	2, 4, 6, 8
Кері мәндер	Егер $m_{ij} \neq 0$, то $m_{ij} = \frac{1}{m_{ji}}$

Сол сияқты «төмен» және «жоғары» терминдерінің мүшелік функцияларын анықтаймыз.

Статистикалық мәліметтерді пайдалана отырып, аймақтық дамудың әлеуметтік процестерін бағалау моделі. Бұл модельді халықтың өмір сүру деңгейі мен сапасын, халықтың әл-ауқатын сипаттайтын аймақ дамуының әлеуметтік процестерін сипаттау үшін пайдалану ұсынылады. Мұндай көрсеткіштердің толық және сенімді көрінісін алу үшін, әдетте, халық арасында социологиялық

сауалнамалар жүргізу қажет.

Мүшелік функциясы статистикалық мәліметтерді өңдеу арқылы анықталады (Доломатов, 2014: 36). Элементті сипаттау үшін бұлдыр жиынмен анықталған ұғымды пайдалану жиілігін бағалау элементтің жиынға мүшелік дәрежесі ретінде қабылданады. Кеңес матрицалары мүшелік функцияларын тегістеу үшін пайдаланылады.

Лингвистикалық айнымалының негізгі мәндері $[0,1]$ әмбебап шкалаға қойылады. Белгілі бір шаманың лингвистикалық айнымалыға жату дәрежесі оның белгілі бір аралықта болған бақылаулар санының осы шама бойынша бақылаулардың максималды санына қатынасы ретінде есептеледі. Әдіс әрбір шкала интервалында бақылаулардың бірдей санын қамтитын шартқа негізделген, бірақ бұл шарт жиі орындалмайды. Сондықтан нақты жағдайларда тәжірибелер интервалдар бойынша біркелкі таралмаған, ал кейбір интервалдар мүлде түспеуі мүмкін эмпирикалық кесте құрастырылады.

Стандартты функциялар параметрлерінің сараптамалық бағалауын пайдаланатын аймақтық дамудың әлеуметтік процестерін бағалау моделі

Жұптық салыстыру және статистикалық бақылау әдістері айтарлықтай еңбекті қажет етеді, бірақ олардың нақты артықшылығы сарапшылық субъективтіліктің төмендеуі болып табылады. Дегенмен, көптеген жағдайларда деректер жиынтығының өте жуық сипаттамасы жеткілікті, өйткені аймақтық дамудың әлеуметтік процестерінің көптеген көрсеткіштерін сипаттау жоғары дәлдікті талап етпейді. Мұндай ұғымдардың мүшелік функцияларын құру үшін мүшелік дәрежесін немесе оның мәнін есептеуге мүмкіндік беретін функцияны тікелей тағайындайтын сарапшыға негізделген тікелей әдістерді қолдануға болады.

Лингвистикалық айнымалыны анықтау саласындағы әрбір мән кем дегенде бір тұжырымдамаға (лингвистикалық айнымалының негізгі мәні) сәйкес келуі керек болғандықтан, лингвистикалық айнымалының көршілес негізгі мәндерін сипаттайтын бұлдыр айнымалылардың мүшелік функциялары қиылысуы керек.

Сондықтан сарапшы көрші мүшелік жиындардың мүшелік функциялары бірдей мәндерге ие болатындай x мәнін қоя алады. Яғни, сарапшы, оның пікірінше, лингвистикалық айнымалының көрші мәндерінің қайсысына қатысты екенін біржақты анықтау қиын болатын мәнді белгілейді. Сарапшы берілген x мәнінің көрші термин жиындарының бұлдыр жиындарына жататын дәрежесін де анықтай алады.

Сараптамалық құралдармен тікелей анықталмайтын a параметрін анықтау қалады, өйткені адамға оның орташа мәніне қатысты сипаттаманың шашыраңқы өлшемін елестету қиын.

Мүшелік функциялардың анықтаудың шекті облысы болуы керек, ал көрсеткіштік функциялар шексіз болғандықтан, біз лингвистикалық айнымалының негізгі мәндерін анықтайтын бұлдыр айнымалыларды анықтау облысы ретінде $a = 0,05$ болатын a деңгейлі жиындарды қабылдаймыз.

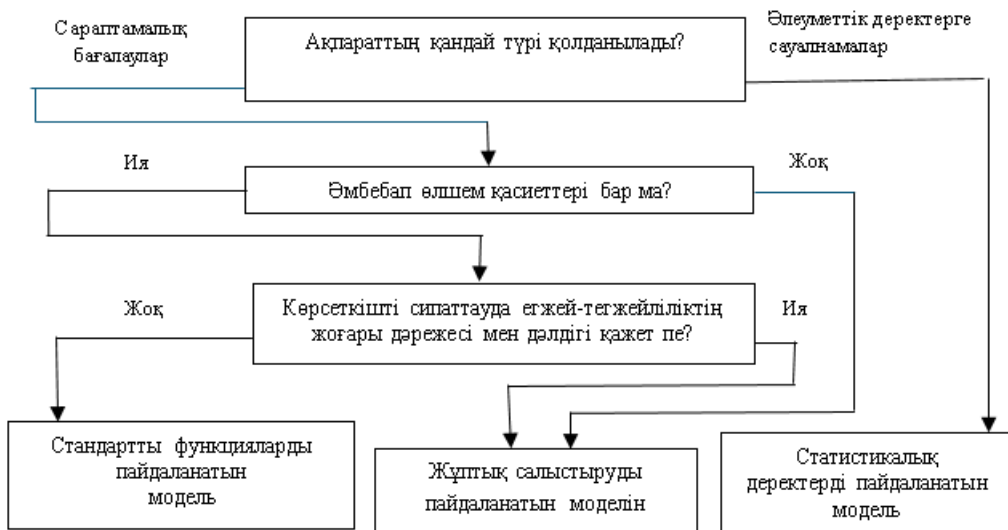
Бұл әдіс лингвистикалық айнымалылар терминдерінің мүшелік функцияларына қойылатын талаптардың орындалуын қамтамасыз ете отырып, мүшелік функцияларды құру процедурасын, сондай-ақ осы функцияларды компьютер жадында сақтау міндетін жеңілдетеді (2). Сонымен қатар, сарапшы мүшелік функцияларды, лингвистикалық айнымалыны анықтау облысын тез өзгерте

алады. Тағы бір артықшылығы - мүшелік функциясы үздіксіз ортада анықталған, бұл айнымалының кез келген мәні үшін оның мәнін есептеуге мүмкіндік береді.

Аймақтық дамудың жеке әлеуметтік факторларын бағалау үшін зерттеуде ұсынылған бұлдыр модельдер, біріншіден, тәуелсіз құндылыққа ие, өйткені олар әлеуметтік процестердің дамуы көрсеткіштерінің нақты, күтілетін немесе қолайлы деңгейлері туралы сарапшының идеяларын сипаттайды; екіншіден, олар аймақтың әлеуметтік-экономикалық даму стратегиясы бойынша шешім қабылдаудың басқа үлгілерінде баламалардың бұлдыр бағалау рөлін атқарады.

Нәтижелері

Әлеуметтік процестердің көрсеткіштерінің әртүрлілігіне, сондай-ақ жекелеген адамның өмір сүру сапасының деңгейі мен әлеуетін бағалау тәсілдеріне байланысты бұлдыр модельдерді практикалық қолдануда нақты көрсеткіштерді бағалау үшін сол немесе басқа бұлдыр модельді таңдау мәселесі туындайды. Модельді таңдау үшін шешім қабылдаушы жаққа (сарапшы, аналитик) үш сұраққа жауап беру ұсынылады (әлеуметтік процестерді бағалау үшін бұлдыр модельді таңдаудың технологиялық схемасы 3-суретте көрсетілген).

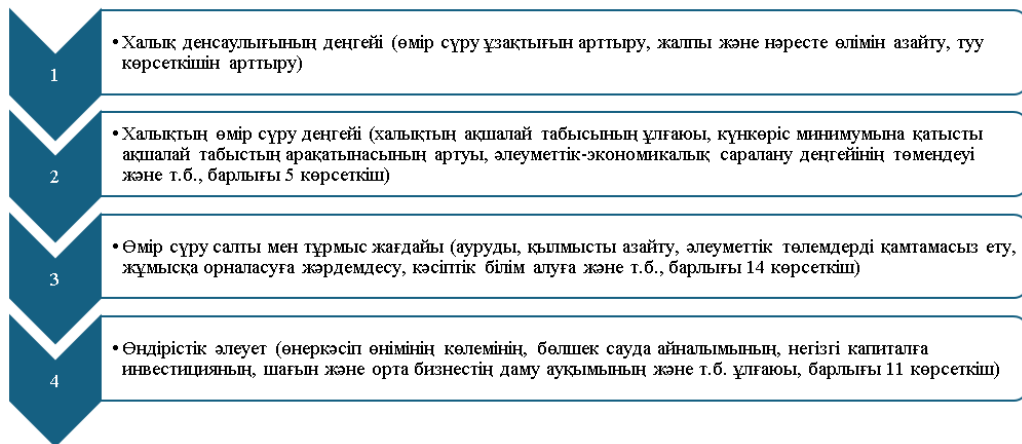


Сурет 3. Аймақтық дамудың әлеуметтік процестерін бағалаудың бұлдыр модельін таңдауға арналған блок-схема

Сол сияқты әлеуметтік көрсеткіштердің кез келген функционалдық тобына факторларды сипаттайтын модель таңдалады, мысалы, «халықтың өмір сүру деңгейі», «өмір сапасы», «жұмыспен қамту», «жұмыссыздық» және т.б.

Жамбыл облысы дамуының әлеуметтік көрсеткіштерінің деңгейіне сүйене отырып, әлеуметтік бағдарламаларды іске асыру тиімділігіне мониторинг жасау Жамбыл облысы өңірінің даму кезеңдерінің бірі болып табылады. Ол негізгі мақсаты Жамбыл облысы тұрғындарының өмір сүру сапасын арттыру болып келетін таңдалған стратегиялық бағыттар бойынша ілгерілеу дәрежесін көрсетеді.

Мысалы, Жамбыл облысының 2016–2026 жылдарға арналған дамуын сипаттайтын негізгі нысаналы индикаторлар 4 блокқа біріктірілген:



Сурет 4. Жамбыл облысының 2016–2026 жылдарға арналған дамуын сипаттайтын негізгі нысаналы индикаторлар

Жоғарыда аталған әрбір көрсеткіш бойынша облыстың даму жылдарына сәйкес қажетті өзгерістері анықталады. Мәселен, «Жалпы туудың өсуі (1000 тұрғынға шаққандағы адам)» индикаторы бойынша жалпы туудың жыл сайынғы 0,3 адамға/мың адамға ұлғаюы мақсатты болып белгіленді.

Көріп отырғанымыздай, даму мақсаттары көп қырлы, әртүрлі өлшем бірліктері, өзгерістер бағыты мен қарқындылығы бар. Олардың арасында бір мәнді математикалық қатынас орнату проблемалық болып табылады және қосымша зерттеулерді қажет етеді.

Сондай-ақ, даму стратегиясын, стратегияның мақсатты көрсеткіштерін және өңірдің әлеуметтік-экономикалық жағдайының деңгейін бағалау үдерісі сапалы сипаттамалардың болуын анықтайтын адамнан (сарапшыдан) алынған ақпаратқа негізделгенін де ұмытпау керек. Осылайша, аймақтағы әлеуметтік процестердің дамуын сипаттау кезінде сарапшылар «халықтың табысының төмен деңгейі», «халықтың үлкен әлеуметтік-экономикалық дифференциациясы», «жұмыссыздықтың айтарлықтай жоғары деңгейі» және т.б. сияқты сапалы бұлдыр бағалауларды пайдалана алады. Сонымен, аймақ дамуының әлеуметтік процестерін интегралды бағалау моделіне қойылатын негізгі талаптарды тұжырымдаймыз:

Аймақтық дамудың әлеуметтік процестерін интегралды бағалау моделіне қойылатын негізгі талаптар

1. Өзгерістердің әртүрлі өлшемдері мен бағыттары бар көптеген критерийлерді біріктіру
2. Критерийлерді біріктірудің әмбебап түрі, яғни. Әртүрлі өмір сүру деңгейі үшін біріктірілген бағалау үлгісін пайдалану мүмкіндігі болуы керек.
3. Критерийлердің салмақтарын ескере отырып, яғни, олардың интегралды бағалаудағы маңызы
4. Нақты сандық деректермен қатар сапалы ақпаратты тиімді өңдеуді қамтамасыз ету үшін анық емес түсініктерді формализациялау.
5. Интегралды индикаторды аймақтың стратегиялық дамуының мақсатты көрсеткіштерімен байланыстыру.

Аймақтық дамудың әлеуметтік процестерін интегралды бағалау моделінде бұлдыр жиындар теориясының аппаратын қолдану ұсынылады (Доломатов, 2017: 237).

Стратегиялық дамудың әрбір мақсатты көрсеткішін (интегралды бағалау

критерийі) бұлдыр айнымалы ретінде қарастыруға болады.

Зерттеуді қорытындылай келе, әзірленген модельдер зерттеуде көрсетілген қолданыстағы әдістердің кемшіліктерін толығымен жояды деп қорытынды жасауға болады. Олар аймақтық дамудың әлеуметтік процестерін сипаттайтын факторлардың сапалық бағасын ресімдеуге мүмкіндік береді. Аймақтағы әлеуметтік процестерді дамыту туралы шешім қабылдау үшін қолданылатын интегралды модельдер басқару органдары, кеңесшілер, кәсіпкерлер және халық сияқты әртүрлі мүдделі тараптардың қатысуын қамтуы мүмкін. Бұл, әсіресе, аймақтың жағдайы мен даму перспективаларына кеңірек және жан-жақты шолу жасау үшін пайдалы болуы мүмкін.

Аймақтағы әлеуметтік процестердің дамуын бағалауға әзірленген бұлдыр модельдерінің кешені әлеуметтік процестер туралы шешім қабылдау процесінің әртүрлі кезеңдеріндегі бағыттардың аймақ дамуының әлеуметтік көрсеткіштерін сипаттауға септігін тигізеді. Бұлдыр модельдер аймақтың нақты және қажетті даму деңгейі туралы жоғары сапалы сараптамалық пікірлерді пайдалануға мүмкіндік береді.

Аймақтағы әлеуметтік процестердің дамуын бағалау моделі жұптық салыстыру әдісіне негізделген эмбебап өлшемдерді таңдау қиын факторларды бағалауға мүмкіндік береді, оны жеке және топтық сараптамалық бағалауда да қолдануға болады; Пікірлердің біртектілігін бағалау сараптамалық пайымдаулардың субъективтілігін төмендетуге мүмкіндік береді.

Статистикалық деректерді пайдалана отырып, аймақтағы әлеуметтік процестердің дамуын бағалау моделі халықтың өмір сүру деңгейі мен сапасын және халықтың әл-ауқатын сипаттайтын факторларды сипаттау үшін аймақ тұрғындарының пікірін ескеруге мүмкіндік береді.

Стандартты функциялар параметрлерінің сараптамалық бағалауын пайдаланаты аймақтағы әлеуметтік процестердің дамуын бағалаудың моделі, оларды бағалаудың жоғары дәлдігін талап етпейтін әлеуметтік факторларды сипаттау үшін пайдаланылуы мүмкін.

Аймақтың стратегиялық дамуын кешенді бағалау моделі әлеуметтік-экономикалық жағдайдағы өзгерістерді қадағалауға, даму жылдары бойынша интегралды бағалауларды салыстыруға, сондай-ақ өңірдегі әлеуметтік даму бағдарламаларының іске асырылу тиімділігін бақылауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТ

Доломатов М.Ю., Журавлева Н.А., Прошин Е.Н., Закиева Е.Ш. (2014). Проектирование информационной системы оценки уровня социальной напряженности // *Современные проблемы науки и образования*. — 2014. — №2 [электронный ресурс]. — URL: <https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=12286> (дата обращения 13.04.2024)

Доломатов М.Ю., Мартынов В.В., Журавлева Н.А., Филосова Е.И., Закиева Е.Ш., Рыков В.И., Дямина Э.И. (2017). Комплекс подходов к управлению конфликтными ситуациями для систем поддержки принятия решений: монография. — Уфа: РИК УГАТУ. — 2017. — 237 с.

Гузайров М.Б., Ильясов Б.Г., Закиева Е.Ш., Герасимова И.Б. (2013). Когнитивная модель формирования показателя качества жизни // — *Вестник УГАТУ*. — 2013. — Т. 17. — № 2 (55). — С. 215–220.

Makarova E., Zakieva E., Gabdullina E. (2019). Management Decision-Making in Socio-Economic Systems including the Formation of Their Rating Based on the Intelligent Technologies // Published in: 2019 21st International Conference Complex Systems: Control and Modeling Problems (CSCMP). — 3–6

September. 2019. — Pp. 148–153.

Martynov V.V., Sakal P., Skuratov A., Filsova E.I., Zaytseva A.A., Zakieva E.Sh. (2019). Chapter 11: CSRP-System design technology of training information support of competent professionals. Handbook of research on engineering education in a global context. — IGI Global, 2019. — Pp. 115–125.

Паращук И.Б., Башкирцев А.С., Михайличенко Н.В. (2017). Анализ уровней и видов неопределенности, влияющей на принятие решений по управлению информационными системами // — *Информация и космос*. — 2017. — №1. — Pp. 112–120.

Пинкевич А.Г. (2015). Возможности изучения социальной напряженности в России на основе данных Европейского социального исследования // — *Мир России*. — 2015. — № 1. — Pp. 150–169.

Ilyasov B.G., Makarova E.A., Zakieva E.Sh., Gabdullina E.R. (2019). Dynamic model of controlling the behavior of an economic agent using the mechanism of selfregulation of resource flows // *Proceedings of the 7th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2019)*. — Published by Atlantis Press Advances in Intelligent Systems Research, 2019. — Vol. 166. — Pp. 240–245.

Ilyasov B.G., Makarova E.A., Zakieva E.Sh., Gabdullina E.R. (2019). Intelligent assistance of decision-making in the management of multifactor systems based on fuzzy cognitive models // *Proceedings of the 7th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2019)*. — Published by Atlantis Press Advances in Intelligent Systems Research, 2019. — Vol. 166. — Pp. 1–7.

Ilyasov B.G., Makarova E.A., Zakieva E.Sh., Zimina G.A. (2019). Control procedures support system of investment project in the fuel and energy complex on the basis of selforganizing maps // *Proceedings of the VIth International Workshop “Critical Infrastructures: Contingency Management, Intelligent, Agent-Based, Cloud Computing and Cyber Security” (IWCI 2019)*. — Published by Atlantis Press Advances in Intelligent Systems Research, 2019. — Vol. 169. — Pp. 146–153.

REFERENCES

Dolomatov M.Yu., Zhuravleva N.A., Proshin E.N., Zakieva E.Sh. (2014). Proektirovanie informacionnoj sistemy ocenki urovnya socialnoj napryazhennosti // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. — 2014. — №2 [elektronnyj resurs]. — URL: <https://www.scienceeducation.ru/ru/article/view?id=12286> (data obrasheniya 13.04.2024)

Dolomatov M.Yu., Martynov V.V., Zhuravleva N.A., Filsova E.I., Zakieva E.Sh., Rykov V.I., Dyaminova E.I. (2017). Kompleks podhodov k upravleniyu konfliktnymi situatsiyami dlya sistem podderzhki prinyatiya reshenij: monografiya. — Ufa: RIK UGATU, 2017. — 237 p.

Guzairov M.B., Ilyasov B.G., Zakieva E.Sh., Gerasimova I.B. (2013). Kognitivnaya model formirovaniya pokazatelya kachestva zhizni // — *Vestnik UGATU*. — 2013. — T. 17. — № 2 (55). — Pp. 215–220.

Ilyasov B.G., Makarova E.A., Zakieva E.Sh., Gabdullina E.R. (2019) Dynamic model of controlling the behavior of an economic agent using the mechanism of selfregulation of resource flows // *Proceedings of the 7th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2019)*. — Published by Atlantis Press Advances in Intelligent Systems Research, 2019. — Vol. 166. — Pp. 240–245.

Ilyasov B.G., Makarova E.A., Zakieva E.Sh., Gabdullina E.R. (2019). Intelligent assistance of decision-making in the management of multifactor systems based on fuzzy cognitive models // *Proceedings of the 7th Scientific Conference on Information Technologies for Intelligent Decision Making Support (ITIDS 2019)*. — Published by Atlantis Press Advances in Intelligent Systems Research, 2019. — Vol. 166. — P. 1–7.

Ilyasov B.G., Makarova E.A., Zakieva E.Sh., Zimina G.A. (2019). Control procedures support system of investment project in the fuel and energy complex on the basis of selforganizing maps // *Proceedings of the VIth International Workshop “Critical Infrastructures: Contingency Management, Intelligent, Agent-Based, Cloud Computing and Cyber Security” (IWCI 2019)*. — Published by Atlantis Press Advances in Intelligent Systems Research, 2019. — Vol. 169. — Pp. 146–153.

Makarova E., Zakieva E., Gabdullina E. (2019). Management Decision-Making in Socio-Economic Systems including the Formation of Their Rating Based on the Intelligent Technologies // *Published in: 2019 21st International Conference Complex Systems: Control and Modeling Problems (CSCMP)*. — 3–6 September, 2019. — Pp. 148–153.

Martynov V.V., Sakal P., Skuratov A., Filsova E.I., Zaytseva A.A., Zakieva E.Sh. (2019). Chapter 11: CSRP-System design technology of training information support of competent professionals. Handbook of research on engineering education in a global context. — IGI Global, 2019. — Pp. 115–125.

Parashuk I.B., Bashkircev A.S., Mihajlichenko N.V. (2017). Analiz urovnej i vidov neopredelennosti, vliyayushej na prinyatie reshenij po upravleniyu informacionnymi sistemami // *Informaciya i kosmos*. — 2017. — №1. — Pp. 112–120.

Pinkevich A.G. (201). Vozmozhnosti izucheniya socialnoj napryazhennosti v Rossii na osnove dannyh Evropejskogo socialnogo issledovaniya // *Mir Rossii*. — 2015. — № 1. — Pp. 150–169.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 85–95
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.268>
УДК 004.942
МПНТИ 20.23.25:

© **K.M. Aldabergenova^{1*}, A.B. Kassekeyeva¹, M. Aitimov², K. Daurenbekov³,
T.N. Esikova⁴, 2024**

¹Eurasian National University named after L. N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan;

²Academy of Public Administration under the President of the RK, Kyzylorda,
Kazakhstan;

³Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Astana,
Kazakhstan;

⁴Novosibirsk State University and Institute of Economics and Organization of Industrial
Production SB RAS. Novosibirsk, Russia.

E-mail: kamar_sulu_9028@mail.ru

IMPROVEMENT OF MARKETING MANAGEMENT OF LOGISTICS OF THE AGRICULTURAL COMPLEX

Aldabergenova Kamar — Master of Technical Sciences. Department of Information Systems, 8D06103-doctoral student, specialty “Information Systems”. Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, st. 11, Astana, Kazakhstan

E-mail: kamar_sulu_9028@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-5851-6786>;

Kassekeyeva Aislu Bisenovna — PhD, Department of Information technology, Faculty of information technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 010000, Satpaeva str. 8, Astana, Kazakhstan

E-mail: aibike_7474@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7706-078X>;

Aitimov Murat — PhD, director of the branch of the Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan in Kyzylorda region

E-mail: aitimovmurat07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>;

Daurenbekov Kuanysh — candidate of technical science, Director of the Department for Student Affairs of the Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin

E-mail: dkuankaz@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-9083-4150>;

Esikova Tatyana Nikolaevna — leading researcher at the Institute of Economics and Economics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Economic Sciences. Novosibirsk State University and Institute of Economics and Organization of Industrial Production SB RAS. Novosibirsk, Russia

E-mail: t.n.yesikova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-3565-4248>.

Abstract. This article describes the marketing management of agricultural supply and distribution and the justification of the need to improve the management of supply and distribution using the method of a system of basic indicators that allows you to clearly assess its effectiveness. Studying the state of sales of agricultural products at agricultural enterprises made it possible to identify and systematize the following shortcomings: intermediary structures engaged in the sale of agricultural products significantly increase their costs 2–4 times higher than the initial price. The lack of progress of agricultural products and market infrastructure and the decline in products in trade markets, as well as the low development of Information Technologies, the lag in the level of transport infrastructure and the poor quality of roads in the year, especially in rural areas, the weak

level of development of the warehouse production base.

Keywords: supply and distribution system, evaluation indicators, institutions, consumers, raw materials, system conditions, management function

© **К.М. Алдабергенова^{1*}, А.Б. Касекеева¹, М.Ж. Айтимов², К.К. Дауренбеков³,
Т.Н. Есикова⁴, 2024**

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

²ҚР Президентінің жанындағы Мемлекеттік басқару академиясыны, Қызылорда;

³С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан;

⁴Новосибирск мемлекеттік университеті және СО РАН экономика және өнеркәсіптік өндірісті ұйымдастыру институты. Новосибирск, Ресей.

E-mail: kamar_sulu_9028@mail.ru,

АГРОӨНЕРКӘСІП КЕШЕНІНІҢ ЛОГИСТИКАСЫНЫҢ МАРКЕТИНГТІК БАСҚАРУЫН ЖЕТІЛДІРУ

Алдабергенова Камар Мустафаевна — техника ғылымдарының магистрі. «Ақпараттық жүйелер» кафедрасы, 8D06103-«Ақпараттық жүйелер» мамандығының докторанты. Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, А. Пушкин көш. 11, Астана, Қазақстан
E-mail: kamar_sulu_9028@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-5851-6786>;

Касекеева Айслу Бисеновна — PhD, Ақпараттық жүйелер кафедрасы, Ақпараттық технологиялар факультеті, Л.Н. Гумилева атындағы ЕҰУ, Сатпаев к-сі 2, 010000, Астана, Қазақстан
E-mail: aibike_7474@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7706-078X>;

Айтимов Мурат Жолдасбекович — PhD, Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Мемлекеттік басқару академиясының Қызылорда облысы бойынша филиалының директоры
E-mail: aitimovmurat07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>;

Дауренбеков Қуаныш Койшығұлович — техника ғылымдарының кандидаты, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, студенттік мәселелер жөніндегі департамент директоры
E-mail: dkuankaz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9083-4150>;

Есикова Татьяна Николаевна — Ресей ғылым академиясының Сібір бөлімшесінің Экономика және экономика институтының жетекші ғылыми қызметкері, экономика ғылымдарының кандидаты. Новосибирск мемлекеттік университеті және экономика және СО РАН өнеркәсіптік өндірісті ұйымдастыру институты. Новосибирск, Ресей
E-mail: t.n.yesikova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-3565-4248>.

Аннотация. Бұл мақалада ауылшаруашылық жеткізу-тарату бойынша маркетингтік жоспарлау және оның тиімді жақтарын нақты түрде бағалауға мүмкіндік беретін негізгі көрсеткіштер жүйесінің әдісін қолдана отырып, жеткізу-тарату бойынша басқаруды жетілдіру қажеттілігін негіздеу туралы жазылған. Ауыл шаруашылығы кәсіпорындарында ауыл шаруашылығы өнімдерін өткізудің жай-күйін зерделеу келесі кемшіліктерді анықтауға және жүйелеуге мүмкіндік берді: ауыл шаруашылығы өнімдерін өткізумен айналысатын делдалдық құрылымдар олардың бастапқы бағасынан 2–4 есе жоғары шығындарын айтарлықтай арттырады. Егін шаруашылығы өнімдерінің және нарықтағы инфрақұрылымының алға жылжымауы және өнімдері сауда нарықтарында төмендеп кетуі, сонымен қатар, ақпараттық технологиялардың дамуының төменділігі, көлік инфрақұрылымының деңгейі артта қалуы мен жолдардың жылдағы сапасыздығы, әсіресе ауылдық жерлерде, қойма шаруашылығының өндіріс базасының даму деңгейінің әлсіздігі.

Түйін сөздер: жеткізу-тарату жүйесі, бағалау көрсеткіштері, мекемелер, тұтынушылар, шикізаттар, жүйелік шарттар, басқару функциясы

©**К.М. Алдабергенова**^{1*}, **А.Б. Касекеева**¹, **М.Ж. Айтимов**², **К.К. Дауренбеков**³,
Т.Н. Есикова⁴, 2024

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

²Академия государственного управления при Президенте РК, Кызылорда;

³Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан;

⁴Новосибирский государственный университет и Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск, Россия.

E-mail: kamar_sulu_9028@mail.ru,

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАРКЕТИНГОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Алдабергенова Камар Мустафаевна — магистр технических наук, кафедра «Информационные системы», 8D06103-докторант специальности «Информационные системы». Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, ул. 11, Астана, Казахстан

E-mail: kamar_sulu_9028@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-5851-6786>;

Касекеева Айслу Бисеновна — PhD, кафедра Информационные системы, факультет Информационных технологий, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Саптаева 8, 010000, Астана, Казахстан

E-mail: aibike_7474@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7706-078X>;

Айтимов Мурат Жолдасбекович — PhD, директор филиала Академии государственного управления при Президенте Республики Казахстан по Кызылординской области

E-mail: aitimovmurat07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>;

Дауренбеков Қуаныш Қойшығұлович — кандидат технических наук, директор департамента по студенческим вопросам Казахского агротехнического исследовательского университета имени С. Сейфуллина

E-mail: dkuankaz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-9083-4150>;

Есикова Татьяна Николаевна — ведущий научный сотрудник ИЭОПП СО РАН, кандидат экономических наук. Новосибирский государственный университет и Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск, Россия

E-mail: t.n.yesikova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-3565-4248>.

Аннотация. В данной статье изложено обоснование необходимости совершенствования управления поставками-распределениями с использованием метода системы основных показателей, позволяющего четко оценить эффективность управления маркетингом сельского хозяйства по поставкам-распределению. Изучение состояния реализации сельхозпродукции на сельскохозяйственных предприятиях позволило выявить и систематизировать следующие недостатки: посреднические структуры, занимающиеся реализацией сельхозпродукции, значительно увеличивают свои затраты в 2–4 раза выше их первоначальной цены. Незрелость сельскохозяйственной продукции и рыночной инфраструктуры и снижение продукции на торговых рынках, а также низкое развитие информационных технологий, отставание уровня транспортной инфраструктуры и плохое качество дорог, особенно в сельской местности, слабость уровня развития производственной базы складского хозяйства.

Ключевые слова: система поставок-распределения, оценочные показатели, учреждения, потребители, сырье, системные условия, функция управления

Кіріспе

Агроөнеркәсіптік кешен егіншілік пен егін жинаудан бастап өңдеуге, буып-түюге және таратуға дейінгі қызметтің кең спектрін қамтиды. Логистикада маркетингті тиімді басқару өнімдердің нарыққа ең жақсы жағдайда, қажетті уақытта және бәсекеге қабілетті бағамен жетуін қамтамасыз етеді. Ол нарық талаптарын түсінуді, жеткізу тізбегін оңтайландыруды және тиімділікті арттыру үшін технологияны пайдалануды қамтиды.

Бүгінгі таңда ауылдық жерлерде әртүрлі экономикалық қызмет түрлері бар. Ауыл шаруашылығы әлі күнге дейін ауыл экономикасының маңызды инфрақұрылымдық салаларының бірі болып саналса, қазіргі кезде ауылдық жерлерде ауылшаруашылық және ауылдық ресурстарды пайдаланатын өңдеу және қызмет көрсету салаларының жүйелері бар. Көптеген зерттеушілер ауыл шаруашылығы мен ауыл ресурстарын пайдалана отырып индустрияландыруды, яғни ауыл өнеркәсібінің дамуын академиялық тұрғыдан да, саяси тұрғыдан да зерттеді. Алайда, ауыл өнеркәсібінің негізгі субъектілері болып табылатын ауылшаруашылық компаниялар бойынша зерттеулер салыстырмалы түрде аз.

Цифрлық трансформация барлық салаларда жүреді. Ауыл шаруашылығы да ерекшелік емес және дамыған ауылшаруашылық елдері ауыл шаруашылығында үлкен деректерді пайдаланады және сол арқылы ауылшаруашылық инновациялары мен экономикалық дамуға ықпал етеді. Ауыл шаруашылығын дамыту әкімшілігі сонымен қатар ауыл шаруашылығы саласында деректер экожүйесін құруға, ауыл шаруашылығы өндірісінің технологияларындағы цифрлық инновацияларға, бөлуге, тұтынуға және саяси қолдауға бағытталған цифрлық Ауыл шаруашылығын дамытудың базалық жоспарын әзірлеу арқылы технологияларды дамытуға және қызмет салаларын кеңейтуге белсенді түрде жәрдемдеседі

Ауылшаруашылығы бойынша қазіргі таңда әлемдік компаниялар деректерді жинау және басқару саласындағы инвестицияларға, зерттеулерге және әзірлемелерге ерекше назар аударады және ауылшаруашылық шешімдерінің технологияларын ұсынатын стартаптармен бірігу мен сатып алуды белсенді түрде жүргізеді, соның ішінде, агроөнеркәсіптік кешендегі логистиканың рөлі қандай? Қазіргі жағдай мен мәселелері қандай (Аникин, 2021).

Ауылшаруашылық өнімдері өндірушілерден тұтынушыларға әртүрлі тарату бағыттары бойынша ауысады (Бочкарев, 2022; Григорьев, 2022). Ауылшаруашылық өнімдерінің логистикасы өндіріс аймақтары мен тұтынушыларды байланыстыруда маңызды рөл атқарады деп айтуға болады, бірақ ауылшаруашылық саласын қоршаған орта үлкен өзгерістерге ұшырағандықтан, әртүрлі мәселелер туындайды және шешімдер қажет.

Әдістер мен материалдар

Категориялық аппаратты ғылыми талдау

Ауылшаруашылық өнімдері оны өндіретін фермерлерден тұтынушыларға жеткізілмес бұрын, әртүрлі маршруттар мен аралық үлестірулер жүреді. Алайда, соңғы жылдары интернет пен логистиканың дамуымен саудагерлерді және т.б. арасындағы бөлуді аса сұраныс етпейтін маршруттар саны артты. Сонымен ауылшаруашылығындағы кәсіппен айналысатын іскерліктердің белсенділігін

арттырғымыз келсе, осы аталмыш бойынша маркетингтік логистика бойынша біршама толықтай түрде зерттеулер жүргіземіз.

1-кестеде біз «сату логистикасы» ұғымының мәнін түсіндіруге қатысты ғалымдар туралы әдеби дереккөздердің шолуларын зерттейміз.

Осылайша, жалпы ауылшаруашылық кәсіпорындарында өткізу логистикасын басқарудың тиімділігін, нақты кәсіпорын ішіндегі логистикалық қызметтердің (бөлімшелердің) тиімділігін бағалай аламыз немесе ауыл шаруашылығы кәсіпорнында мұндай бөлімше болмаса, тек жеке логистикалық көрсеткіштерді есептей аламыз.

Кесте 1. Ғалымдардың «маркетингтік логистика» ұғымына берген анықтамасын түсіндіру.

«Маркетингтік логистика» түсінік анықтамасы бойынша	Автор
Дайындалып шығарылатын өнімді тұтынушының мақсаты мен мұқтаждықтына сәйкес тұтынушыға жеткізу, сонымен қатар апару-жеткізу, сақтау және өңдеу процесінде жүзеге асырылатын апару-жеткізу, жалпы шаруалық операцияларға қатысты ақпарат.	Зарубанна Л.В.
Экспорттаушыларға өнімнің физикалық әрекетін тиімді қамтамасыздандыратын кәсіпорынның жеткізу-логистикалық жүйесі.	Колмакова О.М.
Өртүрлі көтерме сатып алушылар арасында материалдық ағындарды бөлу процесінде жүзеге асырылатын өзара байланысты функциялардың жиынтығы, оның ішінде сатып алушыға лайын өнімді жеткізу талаптары.	Крыкавский Е.М.
Шикізатты бөлуді максималды түрде тиімді ұйымдастыруды қамтамасыз ететін логистикалық жүйе бөлігі. Мұнда тарату жүйелерінің барлық тізбегі орындалады.	Смырчинский В.В.
Материалдың сол бөлігінің шығындары мен уақыт сипаттамаларын оңтайландыру мақсатында өндірістен тапсырыс берушіге тауарды қабылдау сәтінен бастап нақты мәліметтермен, басқа да қызмет ағындарымен іске асатын жүйелер.	Кисли В.М.
Логистикалық және маркетингтік сәйкестіктер белгісі маркетингтік логистика деген ұғым. Мұнда екі жүйе бірлесіп логистикалық қызметті қабылдау маркетингтік логистиканың түзілісін құра отырып, жүзеге асыру логистикасының байланыс аймағында құрылады.	Рысард Б., Якубец М.

Ауыл шаруашылығындағы кәсіпорындарында логистикалық, жеткізу мен басқару қызметінің жекеленген жақтарын бағалау іс-әрекеттері.

«Маркетингтік логистика» танымына әдіскерлердің ұғымын ашылуына анықтамаларын зерттей отырып, кәсіпорынның жеткізу-тарату менеджментінің ішкі жүйесі ретінде анықтағанымыз дұрыс. Бұл дегеніміз, маркетингтік жеткізу-тарату жүйелерді жоспарлау, басқару (Зарубанна, 2014), процестері болады. Ауыл шаруашылығындағы өнімдерді өндіру, сақтау және жеткізу-таратумен байланысты кейбір ерекше жағдайларды ескере отырып, тұтынушылардың сұраныстарын ең мимнимальды шығынмен жүйелендіру (Кислый, 2012).

Бұл аталғандардың негізгі ерекшелігі, зерттеуімізден алынған төмендегідей үш дәлелдерді айтуға мүмкіндік бар:

- шаруашылықтағы брединг жеткізу-тасымалдауды ұйымдастыру түрлері;
- клиенттердің қанағаттануы;
- маркетингтік логистиканың, яғни жеткізу-таратудың мәнін ашу.

Ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының жеткізу-тарату қызметін, нақтылай келсек, маркетингтік алгоритмін бағалаудың әдістерін және бағалау көрсеткіштерін жүйелеуге тоқталсақ, онда:

1. Жеткізу-таратудың жүйелік шарттары тиімді экономикалық тиімділік

жүйесі бойынша өлшенеді

$$Ce = \frac{Ef}{Pf}$$

(шығарылған өнім саны, жеткізу-тарату қызметтердің көлемі, пайда, сонымен қатар өндірістің максималды деңгейін көрсетеді, сонымен қатар қорытындысында материалдық және ақшалай-қаржылық ресурстарды үнемдеу).

2. Жеткізу-тарату жүйенің жұмыс істеу шартында қол жеткізілетін нәтижелерді, шығындарды салыстыру жеткізу-таратудың үнемдеу тиімділігі туралы нақты көрініс береді (Колмакова, 2012). Бұл дегеніміз, интегралды көрсеткіш жеткізу-таратуды іске асырудан алынған экономикалық пайда мен жеткізу-таратуға салынған қаржылықтың көрсеткіші бола алады.

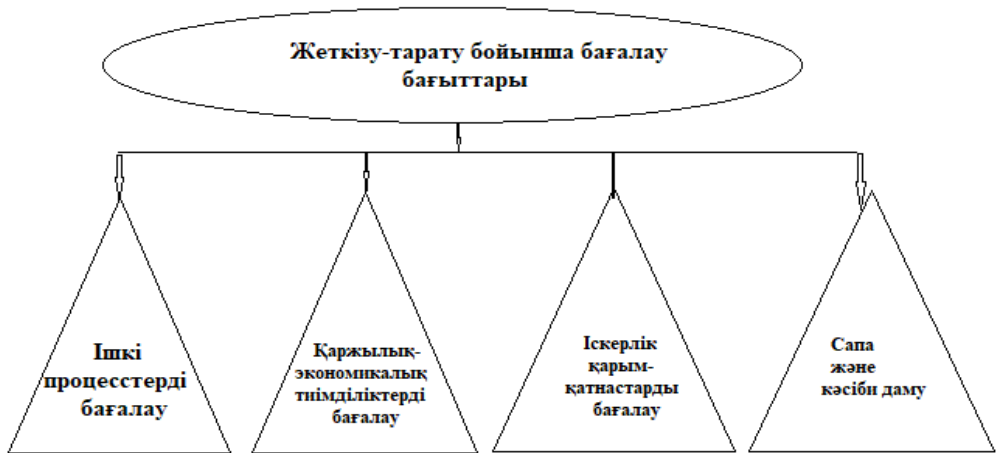
Қажеттілік немесе тиімділік сияқты экономикалық деңгейді цифрлық бағалауда теңестіру, белгілі бір салыстырмалы өлшем арқылы – логистикалық тізбектегі материал ағынының тиімділік коэффициентін (E) пайдалану керек. Құрылыс тиімділігінің көрсеткіштері «нақты әсердің ықтимал әсерге» қатынасына негізделген:

Мұнда Ef – белгілі бір уақыт аралығында логистикалық тізбектегі материалдық ағынның жұмыс істеуінен алынған нақты әсер, өнім бірлігіне грн;

Pf – материал ағындарын оңтайландыру кезінде сол уақыт аралығында нақты өндіріс жағдайында алуға болатын максималды қол жеткізуге болатын (потенциалды) әсер, өнім бірлігіне грн.

Енді біз балансталған көрсеткіштер жүйесі әдісін қолдана отырып, ауыл шаруашылығы кәсіпорындарында маркетингтік логистиканы басқарудың тиімділігін бағалауды ұсынамыз.

BSC пайдаланудың негізгі мақсаты маркетингтік жеткізу-тарату қолайлылығын және сол бойынша ауыл шаруашылығындағы қызметтердің табыстылығын міндетті түрде өлшеп әртүрлі көрсеткіштер бойынша цифрлық және сапалылықты қамтамасыз ету болып табылады. Кәсіпорындарындағы маркетингтік логистиканы басқаруды төмендегі бағыттар бойынша бағалау ұсынылады. (1-сурет).



Сурет 1. Белгіленген бағыттар бойынша кәсіпорындарындағы маркетингтік жеткізу-таратуды бағалау.

Ауылшаруашылығында жеткізу-тарату бойынша басқаруды бағалаудың бағыттары толық қарастырылып, олардың әрқайсысы үшін нақты көрсеткіштер ұсынылған. Өткізу бөліміне басшылық қойған ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының стратегиялық мақсаттарына байланысты әрбір нақты жағдайда оларды жан-жақты талдау үшін қаржылық көрсеткіштердің оңтайлы жиынтығы таңдалуы керек (2-кесте).

Кесте 2. Қаржылық пен экономикалық тиімділік көрсеткіштері бойынша ауылшаруашылықтағы жеткізу-таратудың басқару көрсеткіштері/сипаттамалары

Процестің ерекшелігі	Формула	Сипаттамалар
Бөлімдегі жұмыспен қамтамасыз етушілерге шаққандағы сату (саны/жұмыс беруші)	Өңделген дайын өнімді өткізу/ жұмысшылар саны	Даму динамикасын немесе басқа бәсекелестермен салыстыруда есептеледі
Шығындарындағы маркетингке арналған жеткізу-тарату бойынша шығындардың үлесі (%)	Мекеменің жалпы шығындары	Мекеменің жалпы шығындарының маңыздылығын сипаттайды
Жоспардың орындалу деңгейі (см)	Жоспарлы маркетинг көлемі	Есептеудің нақты сенімділігінде.
Инвестицияның қайтарымы (%)	(Таза пайда / инвестиция) * 100 %	Инвестиция көлемі бойынша көрсеткіштердің болуы
Сату дәрежелігі (%)	(Тарату, тасымалдау) / (маркетингтік шығындар) * 100 %	Процесс жалпы табыстылықты көрсетеді және оңтайландыру мақсатында қолданылады

Жалпы, ішкі бизнес-процестерді бағалау бағытында ауылшаруашылығында жеткізу-тарату бойынша (Крикавский, 2006) басқаруды бағалау мақсатында әрбір мекеме өзінің ішкі жағдайларына қарай жеткізу-тарату процестер үшін нақты

болатын, бизнес-процестерді анықтап, дәлеліне көз жеткізу керек, яғни үнемі қадағалап отыру қажет.

Сонымен, төмендегі 3-кестеде ауыл шаруашылығындағы ішкі тарату-жеткізудің бизнес-процестерді бағалау көрсеткіштері.

Кесте 3. Ауылшаруашылығындағы ішкі жеткізу-тарату бизнес-процестерді бағалау мақсатындағы көрсеткіштері.

Процестің ерекшелігі	Формула	Сипаттамалар
Кешіктірілген, себептер бойынша орындалған тапсырыстардың үлесі (%)	(Кешіктірілген тапсырыстар/ Тапсырыстардың саны) * 100%	Құрал-жабдықтардың сенімділігін сипаттайтын көрсеткіштер
Белгіленген ақаулықтар үлесі (%)	(Ақаулық өнімдердің саны / Өнімдердің жалпы саны) * 100%	Сапаны бақылау/реттеу жүйесінің жұмысы туралы ақпарат
Мерзімінде орындалған жеткізу үлесі (%)	Жеткізу мерзімін бұзған жеткізілімдердің сомасы / Жеткізулердің жалпы саны * 100%	Жеткізу шарттарын бұзу нақты/нақты емес себептер болуы мүмкін
Тиеу және түсіру жылдамдығы	(стандартты уақыт) / (Тиеу-түсірудің уақыты)	Жауапты қызметкерлердің жұмыс жылдамдығын көрсетеді

Кесте 4. Ауылшаруашылығындағы сапа және кадрларды дайындауда дамыту саласы бойынша жеткізу-тарату бағалау көрсеткіштері

Процестің ерекшелігі	Формула	Сипаттамалар
Білікті мамандардың үлесі, (%)	(Бөліміндегі білікті кадрлардың % / Кадрлардың жалпы саны) * 100 %	Мекемедегі білікті мамандар бөлімдегі оң дәрежелі жұмысты қамтамасыз етеді
Мамандардың тұрақсыздығы коэффициенті	(Еріксіз жұмыстан босатылатын жұмысшылар) / сәйкес кезеңдегі кадрлардың орташа саны	Кадрлардың еңбек жағдайына қанағаттанбауын көрсетеді
Бөлімдегі кадрларды оқытуға жұмсалған шығыстардың үлесі, (%)	(Бөлімінде кадрларды оқытуға кеткен шығындар/ кадрларды оқытуға кеткен шығындар сомасы) * 100 %	Бөлімдегі кадрларды оқыту шығындарын кәсіпорынның барлық кадрларын оқытуға кеткен шығындармен салыстыру
Бөлімдегі кадрларды оқытуға салынған инвестицияның қайтарылу деңгейі	Бөлімдегі кадрларды оқытудан түскен табыс/ шығындардан ақшалай сату	Бөлімдегі кадрларды оқытқаннан кейін қаржылай кірістер мен шығындар деңгейіндегі өзгерістерді ажыратудың қиындылығы.

Кесте 5. Клиенттермен жұмыс саласындағы мекемелерде маркетингтік жеткізу-тарату бағалау көрсеткіштері

Тұрақты тұтынушылардың үлесі, (%)	(Тұрақты тұтынушылардың үлесі / тұтынушылардың жалпы саны) * 100 %	Клиенттердің бөлімдегі жұмысына қаншалықты қанағаттанатынын сипаттайды
-----------------------------------	--------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------

Жеткізу сенімділігі	Толық жеткізілімдердің саны / Жоспарланған жеткізілімнің жалпы қорытындысы	Мекеменің жеткізу шарттарын қалай орындайтынын анықтайды
Тұтынушыларға қызмет көрсету жылдамдығы	Өз уақытында жеткізу саны / жалпы саны	Байланысқан тұтынушылар арқылы алынған ақпаратқа байланысты
Жеткізу бойынша шағымдардың үлесі, (%)	(Шағымданған тапсырыстар саны / Тапсырыстардың жалпы саны) * 100 %	Сауалнама арқылы қызмет көрсету сапасының деңгейін анықтау

Бұл әдісті ауылшаруашылығындағы мекемелер қолданбайды, тұтынушы ресурстарының сапасын, олардың жұмыс тиімділігін және еңбек белсенділігін ынталандыру бойынша зерделеу клиенттердің өнімділігін, сондай-ақ ауылшаруашылығындағы мекемелердің тиімділігін арттыру мақсатында резервтерді анықтауға көмектеседі. Сонымен 4-кестеде мекемелердегі жұмыскерлерді дамыту бағытында жеткізу-тарату бойынша бағалау көрсеткіштерін қарастырамыз.

Персональдарға қызмет көрсету бағытында жеткізу-тарату бойынша бағалау әр түрлі болады, (Александров, 2020) оны сенімділік, тұрақтылық, жылдамдық, икемділік сияқты тиімділіктер арқылы бағалап көрсетуге болады, себебі, менеджмент маманының тұтынушылармен жақсы жұмысы мекемедегі бәсекеге қабілеттілігін арттыратын нақты іс болып табылады.

Мекемедегі жеткізу-тарату бойынша қызмет көрсету жүйесін құру (Геррами, 2022) келесі төменде көрсетілгендей:

- нарықты сегменттеу, яғни клиенттерді топтарға бөлу, мұнда тұтыну бойынша сәйкестіктеріне белгілі бір қызметтерді көрсету;
- клиенттер үшін маңызды болып табылатын шаралардың тізімін нақтылау;
- клиенттер үшін маңызды қызметтерге көңіл аудара отырып, тізімге енгізілген бөлімдерді жүйелеу;
- нарықтағы кейбір функциялар үшін қызмет көрсетудегі бөлімдерін белгілеу;
- қызметтерді бағалау көрсеткіші.
- клиенттер үшін кері байланыс орнату.

Қорытынды

Біз бұл зерттеуімізде, әртүрлі салалардағы жеткізу-тарату бойынша бағалау үшін жоғарыда жазылған көрсеткіштерді пайдалана отырып, мекемелер өздерінің жеткізу-тарату бойынша қызмет ету нәтижелерін бағалауға мүмкіндік беретін нақты параметрлерді көрсеттік,

Зерттеу барысында жоғарда көрсеткендей өз ара салыстыру кестелері жасалынды, ауыл шаруашылығындағы ішкі тарату-жеткізудің бизнес-процестерді бағалау көрсеткіштері мен алгоритмдері анықталды. Сонымен қатар, Клиенттермен жұмыс саласындағы мекемелерде маркетингтік жеткізу-тарату бағалау көрсеткіштері кесте түрде баяндалды. Әрі қарайғы зерттеулердің келешегі маркетингтік логистиканы олардың қызметінің көлемі мен ерекшеліктеріне байланысты ауыл шаруашылығы кәсіпорындарында ұйымдастырудың әртүрлі нұсқалары контекстінде өлшеу көрсеткіштерін әзірлеу болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

Александров О.А. (2020). Логистика : учебное пособие / О.А. Александров. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 217 с.

Аникин Б.А. (2021). Логистика производства: теория и практика : учебник и практикум для вузов / Б.А. Аникин, Р.В. Серышев, В.А. Волочиенко; ответственный редактор Б.А. Аникин. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 454 с.

Бочкарев А.А. (2022). Логистика городских транспортных систем : учебное пособие для среднего профессионального образования / А.А. Бочкарев, П.А. Бочкарев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 150 с.

Герامي В.Д. (2022). Городская логистика. Грузовые перевозки : учебник для вузов / В.Д. Герами, А.В. Колик. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 343 с.

Григорьев М.Н. (2022). Коммерческая логистика: теория и практика: учебник для вузов / М.Н. Григорьев, В.В. Ткач, С.А. Уваров. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 507 с.

Зарубанна Л.В. (2014). Логистическое управление предприятием: суть та передовую разработку. Стальной рост экономики. — Том 7. — 2014. Стр. — 120–123.

Каплан Роберт С. и Нортон Дэвид (1993). Внедрение сбалансированной системы показателей в работу. — *Harvard Business Review* 71. — № 5. — 1993. — Стр. 134–147.

Кислый В.М., Беловодская О.А., Олефиренко О.М. (2010). Логистика: теория и практика. — Киев, ССЛ, 2010. — 360 с.

Колмакова О.М., Смачило В.В. (2012). Адаптация системы сбалансированных показателей для оценки эффективности практик транспортных предприятий. Вестник экономики транспорта и промышленности. — Том 33. — 2012. — Стр. 191–194.

Крикавский Е.М. (2006). Логистика для экономистов. — Львов, Издательство национального университета «Львовская политехника», 2006. — 448 с.

Малярец Л.М., Штереверя А.В. (2008). Сбалансирована система показателей в отношении эффективности деятельности. — Харьков, ХНЭУ, 2008. — 188 с.

REFERENCES

Alexandrov O.A. (2020). Logistics: textbook / O.A. Alexandrov. — Moscow: INFRA-M, 2020. — 217 p.

Anikin B.A. (2021). Production logistics: theory and practice: textbook and workshop for universities / B.A. Anikin, R.V. Seryshev, V.A. Volochienko; executive editor B.A. Anikin. — Moscow: Yurayt Publishing House, 2021. — 454 p.

Bochkarev A.A. (2022). Logistics of urban transport systems: a textbook for secondary vocational education / A.A. Bochkarev, P.A. Bochkarev. — 2nd ed., revised. and additional — Moscow: Yurayt Publishing House, 2022. — 150 p.

Gerami V.D. (2022). Urban logistics. Freight transportation: textbook for universities / V.D. Gerami, A.V. Kolik. — Moscow: Yurayt Publishing House, 2022. — 343 p.

Grigoriev M.N. (2022). Commercial logistics: theory and practice: textbook for

universities / M.N. Grigoriev, V.V. Tkach, S.A. Uvarov. — 3rd ed., rev. and additional — Moscow: Yurayt Publishing House, 2022. — 507 p.

Zarubanna L.V. (2014). Logistics enterprise management: the essence of advanced development. *Steel Economic Growth*. — Vol. 7. — 2014. — Pp. 120–123.

Kaplan Robert S. and Norton David (1993). Implementation of a balanced scorecard in work. — *Harvard Business Review* 71. — №. 5. — 1993. — Pp. 134–147.

Kisly V.M., Belovodskaya O.A., Olefirenko O.M. (2010). Logistics: theory and practice. — Kyiv, CUL, 2010. — 360 p.

Kolmakova O.M., Smachilo V.V. (2012). Adaptation of the balanced scorecard system for assessing the effectiveness of the practices of transport enterprises. *Bulletin of Economics of Transport and Industry*. — Volume 33. — 2012. — Pp. 191–194.

Krikavsky E.M. (2006). Logistics for economists. — Lvov, Publishing House of the National University “Lviv Polytechnic”, 2006. — 448 p.

Malyarets L.M., Shtereverya A.V. (2008). The system of indicators regarding operational efficiency has been balanced. — Kharkov, KhNEU. 2008. — 188 p.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2, Number 350 (2024). 96–107
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.269>
UDK 681.518.3

© **A.E. Abzhanova**^{1*}, **A.A. Bykov**², **S.K. Sagnaeva**¹, **E.A. Abzhanov**³, **D.I. Surzhik**⁴,
2024

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

²Esil University, Astana, Kazakhstan;

³Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan;

⁴Murom Institute (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov”, Murom, Russian.

E-mail: abdygappar@mail.ru

OPTIMIZATION OF SOIL MODELING WITH CONSIDERATION OF UNDERGROUND GROUNDWATER

Abzhanova Ainagul Eralievna — master. Senior Lecturer of the Department of Information Systems of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: abdygappar@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Bykov Artem Aleksandrovich — Candidate of technical sciences, Esil University, Astana, Kazakhstan

E-mail: Bykov_a_a@list.ru. ORCID: 681.518.3;

Sagnayeva, Saule Kairolliyevna — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Systems of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: sagnaeva_tar@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Abzhanov Yeraly Abdigapparovich — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: abzhanov_Yeraly@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Surzhik Dmitry Igorevich — Associate Professor, Department of Management and Control in Technical Systems, Murom Institute (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov”

E-mail: arzerum@mail.ru. ORCID: 681.518.3.

Abstract. The increasing demand for groundwater worldwide requires increased attention to groundwater resources assessment, especially in the context of climate change. Awareness of the vulnerability of groundwater systems contributes to a better understanding of groundwater level dynamics and identifies signs of overexploitation by modeling soils containing areas with different electrical characteristics. Investigate a soil containing areas with diverse electrical characteristics to identify ways to optimize the use of groundwater resources and prevent possible negative effects of overuse. Take into account the diverse electrical characteristics to assess the status and potential of groundwater resources. Seek methods to more accurately identify areas at high risk of over- or depletion, which in turn contributes to the development of more effective groundwater

management and use to ensure sustainable development.

Keywords: information systems, soil improvement, technical reclamation, data-based approaches, reclamation efficiency

Financing: Not covered in this post.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

© А.Е. Әбжанова^{1*}, А.А. Быков², С.К. Сагнаева¹, Е.Ә. Әбжанов³,
Д.И. Суржик⁴, 2024

¹Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан;

²Esil университеті, Астана, Қазақстан;

³Қорқыт ата атындағы Қызылорда Университеті, Қызылорда, Қазақстан;

⁴«А.Г. және Н.Г. Столетовтер атындағы Владимир Мемлекеттік Университеті»
Жоғары білім берудің федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесінің
Муром институты, Муром, Ресей.
E-mail: abdygappar@mail.ru

ЖЕР АСТЫ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ТОПЫРАҚТЫ МОДЕЛЬДЕУДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Әбжанова Айнагүл Ералықызы — магистр. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан

E-mail: abdygappar@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Быков Артем Александрович — т.ғ.к., Esil университетінің ақпараттық жүйелер және технологиялар кафедрасының меңгерушісі, Астана, Қазақстан

E-mail: Bykov_a_a@list.ru. ORCID: 681.518.3;

Сагнаева Сауле Кайроллаевна — ф-м.ғ.к., Л.Н. Гумилева атындағы ЕҰУ, жүйелік талдау және басқару кафедрасының доценті, Астана, Қазақстан

E-mail: sagnaeva_tar@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Әбжанов Ералы Әбдіғәппарұлы — ф-м.ғ.к., Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің «Математика және қолданбалы механика» кафедрасының қауымдастырылған профессорының м. а., Қызылорда, Қазақстан

E-mail: abzhanov_Yeraly@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Суржик Дмитрий Игоревич — т.ғ.к., “А.Г. және Н.Г. Столетовтер атындағы Владимир Мемлекеттік Университеті” Жоғары білім берудің федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесінің Муром институты Муром, Ресей Федерациясы

E-mail: arzerum@mail.ru. ORCID: 681.518.3.

Аннотация. Дүние жүзіндегі жер асты суларына сұраныстың артуы, әсіресе климаттың өзгеруі жағдайында, жер асты суларының қорын бағалауға көбірек көңіл бөлуді қажет етеді. Жер асты сулары жүйелерінің осалдығын түсіну жер асты сулары деңгейінің динамикасын жақсы түсінуге және әртүрлі электрлік сипаттамалары бар учаскелері бар топырақты модельдеу арқылы шамадан тыс пайдалану белгілерін анықтауға көмектеседі. Жер асты су ресурстарын пайдалануды оңтайландыру жолдарын анықтау және оларды артық пайдаланудың ықтимал теріс салдарын болдырмау мақсатында әртүрлі электрлік сипаттамалары бар учаскелерді қамтитын топырақты зерттеу. Жер асты су ресурстарының жай-күйі мен әлеуетін бағалау үшін әртүрлі электрлік сипаттамаларды ескере отырып. іздеу әдістері бұл

су қорларының шамадан тыс қанығу немесе сарқылу қаупі жоғары аймақтарды дәлірек анықтауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде тұрақты дамуды қамтамасыз ету үшін жер асты суларын басқару мен пайдаланудың тиімдірек металарын дамытуға ықпал етеді.

Түйін сөздер: Ақпараттық жүйелер, топырақты жақсарту, техникалық мелиорация, деректерге негізделген тәсілдер, мелиорацияның тиімділігі

Қаржыландыру: Бұл мақалада қаржыландыру қарастырылмаған.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

© А.Е. Абжанова^{1*}, А.А. Быков², С.К. Сагнаева¹, Е.А. Абжанов³, Д.И. Суржик⁴,
2024

¹ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

²Университет Esil, Астана, Казахстан;

³Кызылординский Университет имени Коркыт ата, Кызылорда, Казахстан;

⁴Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», Муром, Россия.

E-mail: abdygappar@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРУНТА С УЧЕТОМ ПОДЗЕМНЫХ ГРУНТОВЫХ ВОД

Абжанова Айнагуль Ералиевна — магистр, старший преподаватель кафедры информационных системы ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: abdygappar@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Быков Артем Александрович — к.т.н., заведующий кафедрой Информационные системы и технологии Университета Esil, Астана, Казахстан

E-mail: Bykov_a_a@list.ru. ORCID: 681.518.3;

Сагнаева Сауле Кайроллаевна — к.ф.-м.н., доцент кафедры Системы автоматизации управления ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: sagnaeva_tar@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Абжанов Ералы Абдугаппарович — к.ф.-м.н., и.о. ассоциированного профессора кафедры «Математика и прикладная механика» Кызылординского университета имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

E-mail: abzhanov_Yeraly@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Суржик Дмитрий Игоревич — к.т.н., доцент кафедры управления и контроля в технических системах Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», Муром, Российская Федерация

E-mail: arzerum@mail.ru. ORCID: 681.518.3.

Аннотация. Увеличение спроса на подземные воды во всем мире требует повышенного внимания к оценке запасов подземных вод, особенно в контексте изменения климата. Осознание уязвимости систем подземных вод способствует лучше понять динамику уровня грунтовых вод и выявить признаки чрезмерной эксплуатации путем моделирования грунта, содержащего участки с различными

электрическими характеристиками. Исследовать грунт, включающий участки с различными электрическими характеристиками, с целью выявления путей оптимизации использования подземных водных ресурсов и предотвращения возможных негативных последствий их избыточного использования. С учётом разнообразных электрических характеристик для оценки состояния и потенциала подземных водных ресурсов искать методы, которые позволят более точно выявить участки с высоким риском перенасыщения или истощения водных запасов, что в свою очередь способствует разработке более эффективных методов управления и использования подземных вод для обеспечения устойчивого развития.

Ключевые слова: информационные системы, улучшение почв, техническая мелиорация, подходы, основанные на данных, эффективность мелиорации

Финансирование: В данной публикации финансирование не рассмотрено.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Дүние жүзінде жер асты сулары тұщы судың ең үлкен қоры болып табылады, олар тұщы судың жалпы көлемінің 30% құрайды. Бұл ауыл шаруашылығы үшін, демек, бүкіл әлемдегі азық-түлік қауіпсіздігі үшін суару тұрғысынан өте маңызды ресурс. Дүние жүзіндегі су қажеттіліктерінің жартысына жуығы осы жер асты су ресурсы арқылы ел ішінде қанағаттандырылады, ал ол өнеркәсіптік су қажеттіліктері үшін негізгі жеткізуші болып табылады. Сонымен қатар, жер асты сулары жауын-шашынның ауытқуын азайтады және құрғақшылық кезінде өзен ағынын тиімді қолдайды. Олар тұщы судың негізгі көзі болғандықтан, халықтың өсуіне және судың жетіспеушілігіне байланысты жер асты суларының маңызы артты. Кейбір аудандар оған шамадан тыс тәуелді болып, жер асты суларын табиғи толтырумен салыстырғанда өте тез тұтынады, бұл жер асты суларының үнемі төмендеуіне әкеледі. Сонымен қатар, Азық-түлік өндірісінің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін жер асты суларының деңгейін тұрақтандыру қажет.

Тұзды су көптеген жағалаудағы аудандарға терең енеді, қалалардың астындағы жер шөгеді, ал көптеген көпжылдық өзендер мен бұлақтар маусымдық сипатқа ие болады немесе су деңгейінің төмендеуіне байланысты мүлдем жоғалады. Жер асты суларының ресурстарын тұрақты пайдалануды қамтамасыз ету үшін алдын-ала тиісті шаралар қабылдау қажет.

Жер асты суларының қорларындағы динамикалық өзгерістер жер асты суларының активтерін тұрақты басқарудың негізгі элементтерінің бірі болып табылады. Жер асты суларының өмірдің көптеген салаларында шешуші рөліне байланысты жер асты суларының кеңістіктік және уақыттық ауытқулары сыни бақылауды қажет етеді. Жер асты суларының қозғалысын, қайнар көзін және жасын тереңірек түсіну жаңа ғылыми, техникалық, әлеуметтік және құқықтық мәселелерді, сондай-ақ суды пайдалануға қатысты қақтығыстар мен мәселелердің көбеюін қамтамасыз ету үшін қажет. Қазіргі уақытта жер асты суларын бақылау кейбір бөліктерде міндетті болып табылады.

Жер асты сулары уақыт өте келе өзгереді. Жыл мезгілдері өзгерген сайын, сондай-ақ жауын-шашынның көп түсуіне және жер асты суларын пайдалануға жауап ретінде жер асты суларының деңгейі көтеріледі және төмендейді. Жер асты суларының сапасы жыл мезгілдерінің өзгеруіне және жауын-шашынға, сондай-

ақ жерді пайдаланудың өзгеруіне әсер етуі мүмкін. Жер асты суларын бақылау аймақтық кеңестер мен унитарлық органдарға осы өзгерістерді бақылауға және түсінуге мүмкіндік береді.

Бұл зерттеудің мақсаты-жер асты суларының деңгейінің өзгеруін болжау міндеттерінде қолдануға болатын топырақты модельдеудің әртүрлі әдістеріне салыстырмалы талдау жүргізу.

Әдістер мен материалдар

Тұтастай алғанда, геологиялық ортаны компьютерлік модельдеу әртүрлі бағыттарда қолдану үшін құнды талдау және жақсарту құралдарын ұсынады. Бұл кез-келген ауылшаруашылық жұмыстары басталғанға дейін және оларды пайдалану кезінде алдын-алу шаралары алдында проблемалардың алдын алуға мүмкіндік береді, бұл беріктік пен қауіпсіздікті арттырады. Атап айтқанда, мұндай модельдеу геологиялық суреттің егжей-тегжейлі көрінісін алуға, топырақтың әртүрлі қабаттары мен сулы қабаттарды анықтауға мүмкіндік береді, бұл топырақтың көтергіштігі мен жер асты суларының күйіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін, сонымен қатар олардың болашақта динамикасын болжайды.

Өлшемі бойынша геологиялық ортаны бір өлшемді – 1D (зондтау), екі өлшемді – 2D (кесу) және үш өлшемді – 3D (учаске, зерттеу аймағы) модель түрінде ұсынуға болады. (Baknin және т.б., 2020).

Топырақтың электрлік қасиеттерін модельдеу кезінде алынған нәтижелердің дәлдігі мен өкілдігіне әсер етуі мүмкін бірнеше ықтимал проблемалар туындайды. Топырақтар олардың құрамында өте гетерогенді болуы мүмкін. Айқын гетерогенділігі бар жерлерде электр өткізгіштігін модельдеу әртүрлі минералогиялық және физикалық сипаттамаларды есепке алу қиынға соғуы мүмкін. Модельдеу уақыт өте келе ылғалдылықтың өзгеруінің динамикалық процестерін ескеруі керек. Жер асты түзілімдері немесе қабаттар сияқты зерттеу объектілерінің геометриясын дәл көрсету негізгі аспект болып табылады. Әртүрлі топырақ түрлерінің немесе геологиялық түзілімдердің кездесуі Сулы горизонттарды немесе жер асты суларының таралуын қоса алғанда, электр өткізгіштігінің әртүрлі өзгерістері болуы мүмкін шекараларды жасайды

Тұрақты токты электрмен барлаудың классикалық әдістерінің бірі-тік электрлік зондтау (АЭА) әдісі. Модельдеу кезінде көлденең қабатты модель ретінде ортаны білдіретін 1-d моделі қолданылады. Әрбір көлденең қабатта қарсылық айырмашылығы жоқ немесе ол шамалы. Ток тереңдікке батырылған кезде, айқын қарсылық келесі қабатқа жеткенде кезең-кезеңімен өзгереді (Das, 2016). ВЕЗДІҢ тікелей міндетін ханкель интегралын есептеу арқылы шешуге болады (O'Neill, 1975).

Бұл әдіс көптеген қабаттарды модельдеуге мүмкіндік береді, сонымен қатар интегралды сызықтық сүзгіге математикалық түрлендіру арқылы сызықтық сүзу әдісіне өзгертуге болады.

Кемшілігі-модельденген ортадағы әрбір көлденең қабаттың тұрақты меншікті кедергісі бар. Интегралды шешуде қажетті дәлдікке жету үшін айтарлықтай есептеу ресурстары қажет. Сонымен қатар, орта қабаттары беткейлері 15° - тан аспайтын жазық учаскелер түрінде ұсынумен шектеледі. Бұл шектеу қосымша ақпаратты есепке алуды қиындатады, бұл өз кезегінде нақты жағдайлардан айтарлықтай ауытқып кететін шешімге әкелуі мүмкін (Bogdan, 2018).

Компьютерлік графика принциптеріне негізделген кеңістіктік модельдеуді жүзеге асыру кезінде векторлық полигональды модель түрінде геологиялық ортаның беткі қабатын ұсыну тұжырымдамасы қолданылады (Zhurbin, 2006). Бұл модельдің әр көпбұрышы топырақтың гетерогенділігі объектісі үшін абстракция ретінде қызмет етеді, ал сақтау ортасы кеңістіктің әр нүктесінде берілген кедергімен сипатталады. Бұл әдіс геофизикалық деректерді өңдеудің көптеген заманауи бағдарламалық құралдарында қолданылады. Дегенмен, ұсынылған тәсіл шектеулерден босатылмайды. Ең алдымен, ол қоршаған орта параметрлерін есептеуді алдын-ала орнатылған құрылыммен ғана анықтайды. Екіншіден, геологиялық ортаға әртүрлі әсерлерді есепке алу мүмкіндігі жоқ. Бұл шектеулер геофизика және кеңістіктік компьютерлік модельдеу мәселелерінің кең ауқымын шешу үшін қосымша әдістерді қолдануды немесе өзгертулерді қажет етуі мүмкін.

Диэлектрик түрінде жасалған элементтердің эквивалентті схемаларын қолдануға негізделген физика-геологиялық ортаны модельдеу әдісі бар (Kuzichkin және т.б., 2018). Бұл әдіс параллель немесе тізбектей жалғанған белсенді және сыйымдылық кедергілері бар эквивалентті схема зерттелетін ортаны талдау үшін электрлік модель бола алады деп мәлімдейді. Модельдеу электр тогы, электр өрісі, сейсмикалық толқындар және басқа физикалық параметрлер сияқты геофизикалық өлшеу деректерін пайдаланады. Бұл өлшемдер модельдің эквивалентті схемасындағы белсенді және сыйымдылық кедергілерін есептеу үшін қолданылады. Бұл тәсіл топырақтың электр өткізгіштігі және диэлектрлік өткізгіштігі сияқты физикалық қасиеттерін егжей-тегжейлі зерттеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл әдіс геологиялық ортадағы физикалық процестер туралы түсінігімізді байытатын топырақтың әртүрлі қабаттарының тереңдігі мен таралуы сияқты геометриялық параметрлерді анықтауға мүмкіндік береді.

Ұсынылған модельде геологиялық орта бөлшектерді алмастырудың біріктірілген схемалары ретінде абстракцияланады, мұнда әрбір бөлшек зерттелетін ортаның микроөңірін білдіреді. Электрлік қасиеттерді талдау мақсатында қоршаған орта мен зерттеу объектілерін қамтитын ұяшық екі кедергімен сипатталады: R1 және R2. R1-ортаның диэлектрлік қасиеттерін сипаттайтын және таза реактивті кедергі. Бұл қарсылық диэлектрлік өткізгіштікке байланысты және қоршаған ортаның айнымалы электр өрісіне жауап беру қабілетіне әсер етеді.

R2 кедергісі екі түрлі ортаның белсенді кедергілерінің параллель қосылуы болып табылады. Бұл қоршаған ортадан өзгеше болуы мүмкін бөлінетін объектілердің меншікті кедергісін есепке алуды көрсетеді. Бұл тәсіл минералды қосындылар немесе су қабаттары сияқты геологиялық түзілімдердің жалпы ортаның электр өткізгіштігіне әсерін дәлірек ескеруге мүмкіндік береді.

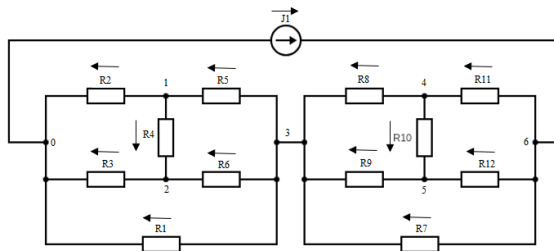
Осылайша, ұсынылған модель геологиялық ортаның электр өткізгіштігін егжей-тегжейлі зерттеу мақсатында реактивті және белсенді қарсылық ұғымдарын, сондай-ақ объектілердің меншікті кедергісін біріктіреді. Бөлшектерді алмастыру схемасын қолдана отырып, осы параметрлерді талдау геологиялық түзілімдердің қоршаған ортаның электрлік қасиеттеріне әсеріне байланысты тереңірек зерттеулер жүргізуге мүмкіндік береді.

Ортаны модельдеу кезінде ұяшықтарды қосу нәтижесінде күрделі электр тізбегі пайда болады, оны түйіндік потенциалдар (MUP) әдісі арқылы есептеуге болады (Giorgi et al, 2019). MUP-тің басты артықшылығы-оның күрделі электр

тізбектерін, соның ішінде көптеген жасушалары бар ортаны модельдеуді тиімді сипаттау қабілеті. MUP геофизикалық процестерді модельдеу үшін ыңғайлы және қол жетімді платформаны қамтамасыз ететін электр тізбегін талдауға арналған көптеген бағдарламалық пакеттерде кеңінен қолданылады. Нәтижесінде біз қоршаған орта элементтері арасындағы күрделі өзара әрекеттесулерді, демек, модельге әртүрлі сценарийлер мен әсерлерді зерттеу мүмкіндігін ескере аламыз.

Түйіндік потенциалдар әдісін қолдану шектеулер мен кемшіліктерді қамтиды. Олардың бірі-жоғары есептеу күрделілігі, әсіресе кеңістіктік ажыратымдылыққа қол жеткізу үшін көптеген қарапайым ұяшықтарды модельдеу қажет болған жағдайда. Бұл айтарлықтай шектеуші факторға айналуы мүмкін айтарлықтай есептеу ресурстары мен уақытты қажет етеді. Сонымен қатар, нәтижелердің дәлдігін қамтамасыз ету үшін модельденген ортаның параметрлері мен қасиеттерін дұрыс анықтау қажет.

2-х қосылған ұяшықтардан тұратын электр тізбегін есептеу мысалы:



Сурет. 1. Есептелетін тізбектің мысалы.

0 түйінін негізгі түйін ретінде қабылдайық.

Түйіндік теңдеулердің жалпы көрінісі:

$$[G] V = [J],$$

мұндағы-түйіндік кернеу векторы – түйіндік өткізгіштік матрицасы, - түйіндік ток векторы

Өткізгіштік матрицасының элементтерін есептеу келесі ережелерге сәйкес жүзеге асырылады:

1) түйінде жиналатын бұтақтардың өткізгіштігінің қосындысына тең (түйіннің меншікті өткізгіштігі);

2) түйіндер арасындағы бұтақтардың өткізгіштігінің қосындысына тең және минус белгісімен алынған (тармақтың өткізгіштігі).

Қарастырылып отырған тізбек үшін:

$$G_{11} = \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}, \quad G_{12} = G_{21} = -\frac{1}{R_4}, \quad G_{33} = \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_8} + \frac{1}{R_9} + \frac{1}{R_7}, \quad G_{34} = G_{43} = -\frac{1}{R_8},$$

$$G_{35} = G_{53} = -\frac{1}{R_9}, \quad G_{36} = G_{63} = -\frac{1}{R_7}, \quad G_{44} = \frac{1}{R_8} + \frac{1}{R_{11}} + \frac{1}{R_{10}}, \quad G_{45} = G_{54} = -\frac{1}{R_{10}}, \quad G_{46} = G_{64} = -\frac{1}{R_{11}},$$

$$G_{55} = \frac{1}{R_9} + \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{10}}, \quad G_{56} = G_{65} = -\frac{1}{R_{12}}, \quad G_{66} = \frac{1}{R_{11}} + \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_7}$$

Түйіндік токтардың векторы келесі ережелерге сәйкес қалыптасады:

I түйін тогы қосындыға тең:

- 1) тармақ кедергісінің қосындысына бөлінген ЭҚК Түйініне ағатын/ағатын көздер;
- 2) түйінге ағатын/ағатын ток көздері;
- 3) түйіннен шығатын ток көздері мен ЭҚК минус белгісімен, түйінге ағатын - плюс белгісімен алынады.

Қарастырылып отырған тізбек үшін:

$$J_1 = J_2 = J_3 = J_4 = J_5 = 0, J_6 = J_1$$

Түйіндік кернеулер векторының мәндерін есептегеннен кейін тізбек резисторларындағы токтарды есептеу орындалады:

$$I_{R_6} = \frac{V_3 - V_2}{R_6}, I_{R_5} = \frac{V_3 - V_1}{R_5}, I_{R_2} = \frac{V_1}{R_2}, I_{R_3} = \frac{V_2}{R_3}, I_{R_4} = \frac{V_1 - V_2}{R_4}, I_{R_1} = \frac{V_3}{R_1}, I_{R_8} = \frac{V_4 - V_3}{R_8},$$
$$I_{R_9} = \frac{V_5 - V_3}{R_9}, I_{R_{11}} = \frac{V_6 - V_4}{R_{11}}, I_{R_{12}} = \frac{V_6 - V_5}{R_{12}}, I_{R_7} = \frac{V_6 - V_3}{R_7}, I_{R_{10}} = \frac{V_4 - V_5}{R_{10}}$$

Тізбек резисторларындағы кернеулерді есептеу ОМ Заңына сәйкес жүзеге асырылады:

$$U_{R_k} = I_{R_k} * R_k,$$

мұндағы k -резистордың нөмірі.

Нәтижелер

Модельденетін ортаның электр тізбектерін модельдеу үшін түйіндік потенциалдар әдісін қолданған кезде ұяшықтардың саны мен өлшемін таңдау зерттелетін объектілерді ұсынудың қажетті дәлдігіне байланысты жүзеге асырылады. Ұяшықтарды екі өлшемді де, үш өлшемді кеңістіктік көріністе де қосуға болады. Түйіндік потенциал әдісінің артықшылығы күрделі геологиялық ауытқуларды модельдеу мүмкіндігі болып табылады, өйткені ұяшық торы зерттелетін ортадағы гетерогенділікті дәлірек көрсетуге мүмкіндік береді. Аномалиялардың айналасындағы жасушалардың өлшемін өзгерту және қосу арқылы өткізгіштік, өткізгіштік, поляризация және басқа параметрлер сияқты ортаның физикалық қасиеттерін егжей-тегжейлі көрсетуге қол жеткізуге болады. Сондай-ақ, топырақтың электрлік сипаттамалары оның ылғалдылық дәрежесіне байланысты екенін ескеру керек, бұл дәл модельдеу үшін маңызды.

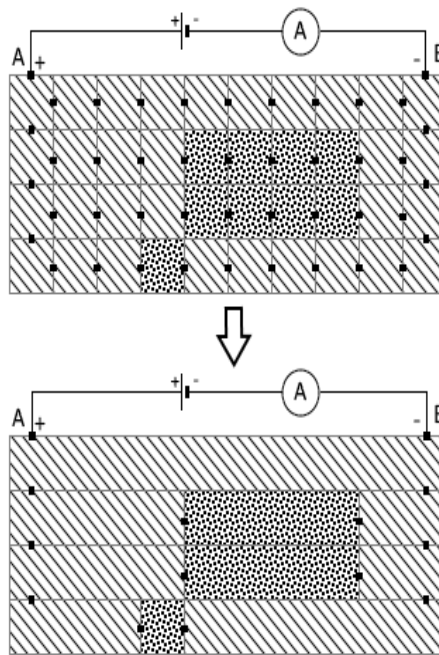
Қарастырылып отырған есептеу әдісі масштабталады, бұл модельденген ортаның қажетті өлшемдерін таңдауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, жауап беруге болады жерге әсер ету серпімді тербелістер, бұл электр сипаттамаларында тиісті өзгерістерді тудырады (Вуков және т.б., 2013). Сонымен қатар, күрделі ортаны көрсету үшін көптеген ұяшықтарды пайдалану қажет, бұл тікелей есепті есептеудің ресурс сыйымдылығын едәуір арттырады. (есептеу күрделілігі модельденген екі өлшемді бөлімдегі ұяшықтар санының ұлғаюымен квадраттық түрде және үш өлшемді модель жағдайында текше түрінде артады).

Есептеудің күрделілігін ескере отырып, модельді екі өлшемді кесу үшін ұяшық торының өлшемдері мен ажыратымдылығын таңдағанда, күрделі ортаны ұсынудың жеткілікті дәлдігі мен қол жетімді есептеу ресурстары арасындағы тепе-теңдікті табу қажет.

Геологиялық кесуді модельдеу кезінде есептеу күрделілігін төмендету үшін алынған электр тізбегін жеңілдету үшін эквивалентті түрлендіру әдісін қолдануға болады. Бұл жағдайда ортаның әр қабаты қарсылықтардан тұратын тізбектей жалғанған ұяшықтар түрінде ұсынылады. Жеке ұяшықтар тізбегі әр қабатта эквивалентті кедергімен ауыстырылады. ($R = \sum R_i$). Бұл ретте түрлендірулер модельдеу дәлдігін сақтау үшін зерттелетін объектілер орналасқан жерлерде орындалмайды.

Модельденген ұяшықтар санының бұл азаюы электр тізбегіндегі есептелген элементтер санын едәуір азайтады, бұл есептеу күрделілігінің төмендеуіне және модельдеудің ресурс сыйымдылығының төмендеуіне ықпал етеді. Ұяшықтар торының оңтайлы өлшемі мен ажыратымдылығын таңдау, артық бөлшектерді немесе маңыздылығы төмен аймақтарды алып тастау, жуықтау әдістерін, аналитикалық шешімдерді немесе жуықтауларды пайдалану есептелетін элементтердің санын азайтуға және дәлдікті айтарлықтай жоғалтпай модельді жеңілдетуге мүмкіндік береді.

2-суретте оңтайландыруға дейін және одан кейін модельденетін орта көрсетілген.



Сурет. 2. Оңтайландыруға дейін модельденген ортаның мысалы.

Геологиялық ортаның электр өткізгіштігін компьютерлік модельдеуді сынақтан өткізу үшін кейіннен топырақтың құлауымен карст процестерінің пайда

болуы мен дамуын модельдеуді қамтитын зертханалық зерттеулер жүргізілді. Бұл зерттеулер топырақтың электрлік параметрлерін және олардың нақты геологиялық процестерге ұқсас жағдайлардағы өзгерістерін тереңірек түсінуге бағытталған. Зертханалық эксперименттер аясында I-card E14-440 ADC негізіндегі электр сигналдарын тіркеудің ішкі жүйесі қолданылды, ол карст құбылыстарын модельдеу және топырақтың құлауы кезінде топырақтың электр өткізгіштігінің өзгеруін тіркеді. Бұл деректер негізгі заңдылықтарды бөліп көрсету және әртүрлі жағдайларда электр өткізгіштігінің өзгеру динамикасын түсіну үшін талдаудан және өңдеуден өтті. Модельдеуден алынған деректерді зертханалық эксперименттердің нәтижелерімен салыстыру компьютерлік модельдеу нәтижелерінің дәйектілігі мен сенімділігін растайды.

Қорытынды

Компьютерлік модельдеу көмегімен барлау геофизикасының тікелей мәселесін шешуге болады. Қойылған міндеттерге байланысты белгілі бір параметрлері бар геологиялық ортаның модельдері қолданылады және компьютерлік модельдеу жүргізіледі. Геологиялық ортаның беткі қабатын модельдеу нәтижелері бойынша далалық сынақтардың нәтижелерін түсіндіруге көмектесетін үлкен суретті ала отырып, өлшеу қондырғысының параметрлерін таңдауға болады. Нәтижелер әртүрлі мақсаттарда пайдаланылуы мүмкін, соның ішінде ықтимал құлдырау орындарын тану, ауа райының бұзылуы, кептіру, диффузия, мұздату сияқты геологиялық процестерді бақылау және пайдалы қазбаларды барлау.

Сейсмоэлектрлік әдістерді қолдана отырып, геологиялық ортаны зерттеу міндеттерінде диэлектрик түріндегі қоршаған орта элементінің эквивалентті схемасы негізінде физика-геологиялық ортаны ұсыну моделін қолдану тиімді болып табылады. Бұл ортаның физикалық қасиеттерін дәлірек көрсетуге және алынған деректерді жолдардың, ғимараттардың және инженерлік құрылыстардың негіздерінің сенімділігін бағалау үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Компьютерлік модельдеу шеңберінде модельденген геологиялық ортаның параметрлерін өзгерту мүмкіндігі геодеформациялық процестерді зерттеуге мүмкіндік береді. Атап айтқанда, топырақтың ылғалдылығын манипуляциялау мүмкіндігі бар, бұл оның электр өткізгіштігін анықтауда маңызды рөл атқарады. Бұл әсіресе су режимдерінің өзгеруіне байланысты су басу немесе топырақтың деградациясымен байланысты тәуекелдерді бағалау контекстінде байқалады.

Сонымен қатар, топырақты модельдеудің қосымша мүмкіндіктері ауыл шаруашылығы, соның ішінде егіншілік пен суару үшін де маңызды. Минералды құрамның топырақтың электр өткізгіштігіне әсерін терең түсіну ұрықтандыру және суару процестерін оңтайландыруға көмектеседі, сонымен қатар әртүрлі топырақ түрлерінің мәдени өсімдіктердің өсуі мен өнімділігіне әсерін дәлірек болжауға мүмкіндік береді.

Модельдеудегі топырақтың тік және көлденең қабаттарын басқару талдауға икемділік қосады, бұл әртүрлі тереңдіктердің өсімдіктерге ылғал мен қоректік заттардың қолжетімділігіне әсерін ескеруге мүмкіндік береді. Топырақ тығыздығының өзгеруі суды пайдалануды оңтайландыруда және суару тиімділігін жақсартуда шешуші рөл атқарады, бұл өнімділік пен ресурстарды үнемдеуге әкелуі мүмкін.

«Элементтердің эквивалентті схемаларын қолдану әдісінің сипаттамасын»

А.А. Быков, Д.И. Суржик Темір жол төсегінің тұтастығын бақылаудың интеллектуалды жүйесі» 23-29-10126 Ресей ғылыми қорының гранты аясында дайындаған.

ӘДЕБИЕТ

Bykov A.A., Kuzichkin O.R. (2013). Application of seismoelectric method for inspection conductive media // *Applied Mechanic and Materials*. — 2013. — Vol. 490–491. — Pp. 1712–1716.

Baknin M.D., Bykov A.A., Surzhik D.I., Kuzichkin O.R. (2020). Geotechnical monitoring of the foundations of structures based on integrated seismoelectric measurements in conditions of karst hazard. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management*. — SGEMthis link is disabled, 2020. — 2020-August(1.2). — Pp. 559–566

Das U.C. and D.P. Ghosh (1974). The determination of filter coefficients for the computation of standard-curves for dipole resistivity sounding over layered earth by linear digital filtering. *Geophys. — Prosp.* — V. 2. — № 4. — Pp. 765–780.

Guangjun Ji., Qian Wang, Xiaoyuan Zhou, Zizhao Cai, Jixiang Zhu, Yan Lu (2023). An automated method to build 3D multi-scale geological models for engineering sedimentary layers with stratum lenses, *Engineering Geology*. — Volume 317. 2023. — p.107077.

Журбин И.В. (2006). Метод формирования пространственной модели приповерхностных слоев грунта при малоглубинной электроразведке археологических памятников / И.В. Журбин, Д.В. Груздев, А.В. Смурыгин // — *Вестник ИжГТУ*. — 2006. — № 2. — С. 29–34.

Интегрированная среда физико-геологического моделирования на основе системной инверсии [Текст]: монография / А.И. Кобрунов, С.Г. Куделин, Е. Н. Мотрюк. — Ухта: УГТУ, 2015. — 90 с.

NICULESCU, Bogdan (2018). Forward Modeling of Vertical Electrical Soundings with Applications in the Study of Sea Water Intrusions. — 10.5593/sgem2018/1.1/S05.101.

Кузичкин О.Р., Греченева А.В., Бакнин М.Д., Суржик Д.И., Дорофеев Н.В. (2018). Геоэлектрическое моделирование локальных геодинамических участков в системах геотехнического контроля // *Динамика сложных систем — XXI век*. — 2018. — Т. 12. — № 4. — С. 25–33.

O'Neill D.J. (1975). Improved linear coefficients for application in apparent resistivity computations. *Bull.Austral. Soc. Explor. — Geophys.* — V. 6. — № 4. — Pp. 104–109.

Lara De Giorgi, Giovanni Leucci (2019). Chapter 1 - Passive and active electric methods: New frontiers of application, Editor(s): Raffaele Persico, Salvatore Piro, Neil Linford, *Innovation in Near-Surface Geophysics*. — Elsevier, 2019. — Pp. 1–21.

REFERENCES

Bykov A.A., Kuzichkin O.R. (2013). Application of seismoelectric method for inspection conductive media // *Applied Mechanic and Materials*. — 2013. — Vol. 490–491. — Pp. 1712–1716.

Baknin M.D., Bykov A.A., Surzhik D.I., Kuzichkin O.R. (2020). Geotechnical monitoring of the foundations of structures based on integrated seismoelectric measurements in conditions of karst hazard. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management*. — SGEMthis link is disabled, 2020. — 2020-August (1.2). — Pp. 559–566

Das U.C. and D.P. Ghosh (1974). The determination of filter coefficients for the computation of standard-curves for dipole resistivity sounding over layered earth by linear digital filtering. *Geophys. Prosp.* — V. 2. — № 4. — Pp. 765–780.

Guangjun Ji, Qian Wang, Xiaoyuan Zhou, Zizhao Cai, Jixiang Zhu, Yan Lu (2023). An automated method to build 3D multi-scale geological models for engineering sedimentary layers with stratum lenses, *Engineering Geology*. — Volume 317. 2023. — p.107077.

Интегрированная среда физико-геологического моделирования на основе системной инверсии [Текст]: монография / А.И. Кобрунов, С.Г. Куделин, Е.Н. Мотрюк. — Ухта: УГТУ, 2015. — 90 с. [in Russ.]

NICULESCU, Bogdan (2018). Forward Modeling of Vertical Electrical Soundings with Applications in the Study of Sea Water Intrusions. — 10.5593/sgem2018/1.1/S05.101.

Kuzichkin O.R., Grecheneva A.V., Baknin M.D., Surzhik D.I., Dorofeyev N.V. (2018). Геоэлектрическое моделирование локальных геодинамических участков в системах геотехнического контроля // *Динамика сложных систем — XXI век*. — 2018. — Т. 12. — № 4. — Pp. 25–33.

O'Neill D.J. (1975). Improved linear coefficients for application in apparent resistivity computations. *Bull.Austral. Soc. Explor. Geophys.* — V. 6. — № 4. — Pp. 104–109.

Zhurbin I.V. (2006). Method for forming a spatial model of near-surface soil layers during shallow electrical exploration of archaeological sites / I.V. Zhurbin, D.V. Gruzdev, A.V. Smurygin // — *Bulletin of Izh-STU*. — 2006. — No. 2. — Pp. 29–34 [in Russ.].

Lara De Giorgi, Giovanni Leucci (2019). Chapter 1 - Passive and active electric methods: New frontiers of application, Editor(s): Raffaele Persico, Salvatore Piro, Neil Linford, *Innovation in Near-Surface Geophysics*. — Elsevier, 2019. — Pp. 1–21.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 2. Number 350 (2024). 108–119

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.270>

ӨОЖ 004.931

© A.M. Bissengaliyeva¹, A.U. Issembayeva^{1*}, T.K. Dushayeva¹, N.M. Almabayeva²,
G.O. Ilyassova², 2024

¹Zhangir Khan West Kazakhstan agrarian Technical University;

²Kazakh National University named after S.D. Asfendiyarov, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: aida_bz@mail.ru

KEYWORD COVERAGE USING SEMANTIC DATA ANALYSIS

Bissengaliyeva Assyl — Master of Technical Sciences in specialty , Senior lecturer, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University NCJSC, Uralsk, Kazakhstan

E-mail: B.a.m69@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6914-2352>; **Issembayeva Aida** — «Zhangir Khan West Kazakhstan agrarian Technical University», Senior lecturer, Master of Technical Sciences, Uralsk, Kazakhstan E-mail: aida_bz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8440-9106>;

Dushayeva Tursyngul Kanatovna — «Zhangir Khan West Kazakhstan agrarian Technical University», Senior lecturer, Master of Technical Sciences, Uralsk, Kazakhstan

E-mail: sultanna2011@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1244-8203>;

Almabayeva Nurgaisa Makhmetshariyevna — Lecturer of the department of «Normal physiology with biophysics course», Almaty, Kazakhstan

E-mail: almabaeva@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-7976-009X>;

Ilyassova Gulzhan Ospanbekovna — Lecturer of the department of «Normal physiology with biophysics course», Almaty, Kazakhstan

E-mail: ilyasova.g@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0009-0008-6205-4959>.

Abstract. This article presents a thorough comparative analysis of two modern hybrid approaches in machine learning: Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) combined with an autoencoder (AE), and Term Frequency-Inverse Document Frequency (TF-IDF) combined with an autoencoder. The research focuses on the task of keyword extraction using semantic analysis of text data. The main goal of the work is to evaluate the effectiveness of these methods in adequately covering keywords in large text corpora spanning various thematic areas. The authors provide a detailed examination of the architecture and operating principles of each method. Special attention is given to the integration of these methods with autoencoders, which significantly improves the semantic integrity and relevance of the extracted keywords. The experimental part of the study includes a detailed analysis of the effectiveness of both methods on various text datasets, demonstrating how the structure and semantic richness of the original data affect the results of each method. The methodology used for evaluating the quality of keyword extraction, including metrics such as precision, recall, and F1 score, is also thoroughly described. The advantages and disadvantages of each

approach, as well as their suitability for specific types of text tasks, are analyzed. The results of the study provide valuable data for the scientific community and can be used to select the most appropriate text processing method for various applications requiring deep semantic understanding and high accuracy in information extraction.

Keywords: Machine learning, semantic data analysis, keyword extraction, TF-IDF, BERT, autoencoder, scientific texts, contextual analysis, semantic analysis, text data processing

Conflict of interest: *The authors declare that there is no conflict of interest.*

© А.М. Бисенгалиева¹, А.У. Исембаева^{1*}, Т.К. Душаева¹, Н.М. Алмабаева²,
Г.О. Ильясова², 2024

¹Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал,
Қазақстан;

²С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медициналық университеті, Алматы,
Қазақстан.

E-mail: aida_bz@mail.ru

СЕМАНТИКАЛЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ТАЛДАУ АРҚЫЛЫ КІЛТ СӨЗДЕРДІ ҚАМТУ

Бисенгалиева Асыл Макымовна — техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» КЕАК, Орал, Қазақстан

E-mail: B.a.m69@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6914-2352>;

Исембаева Аида Уалихановна — «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» аға оқытушы, техника ғылымының магистрі, Орал қаласы, Қазақстан

E-mail: aida_bz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8440-9106>;

Душаева Турсынгуль Канатовна — «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті» аға оқытушы, техника ғылымының магистрі, Орал қаласы, Қазақстан

E-mail: sultanna2011@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1244-8203>;

Алмабаева Нургайша Махаметшариевна — «Биофизика курсымен қалыпты физиология» кафедрасының лекторы, С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ Ұлттық Медициналық Университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: almabaeva@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-7976-009X>;

Ильясова Гүлжан Оспанбековна — «Биофизика курсымен қалыпты физиология» кафедрасының лекторы, С.Ж. Асфендияров атындағы Қазақ ұлттық медициналық университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: ilyasova.g@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0009-0008-6205-4959>.

Аннотация. Бұл мақалада машиналық оқытудың екі заманауи гибриді тәсілдері, яғни Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) автоэнкодрмен (Autoencoder, AE) және Term Frequency-Inverse Document Frequency, TF-IDF автоэнкодрмен үйлесімде салыстырмалы талдау жасалады. Зерттеу мәтіндік деректердің семантикалық талдауын қолдану арқылы кілт сөздерді шығару міндетіне бағытталған. Жұмыстың негізгі мақсаты – түрлі тақырыптық салаларды қамтитын үлкен мәтіндерден кілт сөздерді тиімді қамту үшін осы әдістердің

тиімділігін бағалау. Авторлар әрбір қарастырылатын әдістің архитектурасын және жұмыс принциптерін егжей-тегжейлі зерттейді. Бұл әдістерді автоэнкодерлермен біріктірудің ерекшеліктеріне назар аударылады, бұл бөлінген кілт сөздердің семантикалық тұтастығын және маңыздылығын айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік береді. Зерттеудің эксперименттік бөлімі әртүрлі мәтіндік деректер жинақтарында екі әдістің тиімділігін егжей-тегжейлі талдауды қамтиды, бастапқы деректердің құрылымы мен семантикалық байлығы әр әдістің нәтижелеріне қалай әсер ететінін көрсетеді. Жұмыста сондай-ақ кілт сөздерді шығару сапасын бағалау әдіснамасы, оның ішінде дәлдік, толықтық және F1 өлшемі сияқты көрсеткіштер туралы егжей-тегжейлі сипатталады. Әрбір тәсілдің артықшылықтары мен кемшіліктері, сондай-ақ олардың нақты мәтіндік тапсырмаларға жарамдылығы талданады. Зерттеу нәтижелері ғылыми қауымдастық үшін құнды мәліметтер береді және мәтіндердің семантикалық мазмұнын терең түсінуді және ақпаратты жоғары дәлдікпен шығаруды талап ететін әртүрлі қосымшаларда ең қолайлы өңдеу әдісін таңдауға пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: машиналық оқыту, семантикалық деректерді талдау, кілт сөздерді шығару, TF-IDF, BERT, автоэнкодер, ғылыми мәтіндер, контекстік талдау, семантикалық талдау, мәтіндік деректерді өңдеу

Мүдделер қақтығысы: *авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.*

© А.М. Бисенгалиева¹, А.У. Исембаева^{1*}, Т.К. Душаева¹, Н.М. Алмабаева²,
Г.О. Ильясова², 2024

¹Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана,
Уральск, Казахстан;

²Казахский национальный университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы,
Казахстан.

E-mail: aida_bz@mail.ru

ОХВАТ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ

Бисенгалиева Асыл Макымовна — магистр технических наук, старший преподаватель, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Уральск, Казахстан
E-mail: B.a.m69@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6914-2352>;

Исембаева Аида Уалихановна — Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, старший преподаватель, магистр технических наук, Уральск, Казахстан
E-mail: aida_bz@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-8440-9106>;

Душаева Турсынгуль Канатовна — Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, старший преподаватель, магистр технических наук, Уральск, Казахстан
E-mail: sultanna2011@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1244-8203>;

Алмабаева Нургайша Махаметшариевна — лектор кафедры «Нормальная физиология с курсом биофизики», Казахский национальный университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан
E-mail: almabaeva@kaznmu.kz, <https://orcid.org/0009-0005-7976-009X>;

Ильясова Гулжан Оспанбековна — лектор кафедры «Нормальная физиология с курсом биофизики», Казахский национальный университет имени С.Д. Асфендиярова, Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье осуществляется сравнительный анализ двух современных гибридных подходов в машинном обучении, такие как Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) в сочетании с автокодировщиком (Autoencoder, AE) и Термино-Частотное Обратное Документное Частотное (Term Frequency-Inverse Document Frequency, TF-IDF) в сочетании с автокодировщиком. Исследование фокусируется на задаче извлечения ключевых слов с применением методов семантического анализа текстовых данных. Основная цель работы заключается в оценке эффективности данных методов для обеспечения адекватного охвата ключевых слов в больших текстовых корпусах, охватывающих различные тематические области. Авторы подробно изучают архитектуру и принципы работы каждого из рассматриваемых методов. Особое внимание уделяется особенностям интеграции этих методов с автоэнкодерами, что позволяет значительно улучшить семантическую целостность и релевантность выделенных ключевых слов. Экспериментальная часть исследования включает в себя детальный анализ эффективности обоих методов на различных наборах текстовых данных, демонстрируя, как структура и семантическая насыщенность исходных данных влияют на результаты работы каждого из методов. В работе также подробно описывается примененная методология оценки качества извлечения ключевых слов, включая такие показатели, как точность, полнота и мера F1. Анализируются преимущества и недостатки каждого подхода, а также их пригодность для конкретных типов текстовых задач. Результаты исследования предоставляют ценные данные для научного сообщества и могут быть использованы для выбора наиболее подходящего метода обработки текстов в различных приложениях, где требуется глубокое понимание семантического содержания и высокая точность извлечения информации.

Ключевые слова: машинное обучение, семантический анализ данных, извлечение ключевых слов, TF-IDF, BERT, автокодировщик, научные тексты, контекстный анализ, семантический анализ, обработка текстовых данных

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Қазіргі таңда мәтінді өңдеуде кілт сөздерді шығару (Хапкс, 2023) міндеті үлкен маңызға ие, өйткені бұл ақпаратты ұйымдастыру, іздеу және талдауда (Чанг, 2023) маңызды рөл атқарады (Маниас, 2023). Кілт сөздерді тиімді шығару іздеу (Фу, 2023) жүйелерінің, ұсыныс жүйелерінің, сондай-ақ аналитикалық және білім беру құралдарының жұмысын жақсартады. Осыған байланысты, осы процесті автоматтандырып, оңтайландыруға қабілетті машиналық оқыту (Эдара, 2023; Баладжи, 2021) әдістерін әзірлеу және салыстыру өзекті ғылыми-зерттеу міндетіне айналады. Бұл жұмыста екі гибриді тәсілдің терең талдауы жүргізіледі: BERT+Автоэнкодер (AE) және TF-IDF+Автоэнкодер. Екі әдіс те үлкен көлемдегі мәтіндік деректерді өңдеу үшін машиналық оқыту және табиғи тілді өңдеу саласындағы заманауи жетістіктерді пайдаланады. Google әзірлеген BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) моделі мәтіндегі сөздердің семантикасын түсінуге арналған озық технология болып табылады, ал TF-IDF

(Term Frequency-Inverse Document Frequency) сөздің құжаттағы және жинақтағы маңыздылығын бағалаудың дәстүрлі статистикалық әдісі болып табылады (Саранья, 2023). Бұл тәсілдерді деректерді тиімді түрде сығымдап және қалпына келтіретін автоэнкодерлермен біріктіру алынған кілт сөздердің сапасы мен семантикалық байлығын жақсартуға мүмкіндік береді (Маккитрик, 2023).

Зерттеудің мақсаты – кілт сөздерді шығару бойынша осы екі әдісті салыстыру, олардың әртүрлі мәтіндерде кілт сөздерді жеткілікті түрде қамту қабілетін бағалау. Біз әрбір әдістің архитектурасын, жұмыс принциптерін және автоэнкодерлермен интеграциялау ерекшеліктерін талдаймыз, сондай-ақ бірнеше мәтіндік деректер жиынтығында эксперименттік салыстыру жүргіземіз. Бұл бастапқы деректердің құрылымы мен семантикасына байланысты олардың тиімділігіндегі айырмашылықтарды анықтауға мүмкіндік береді. Жұмыста кілт сөздерді шығару сапасын бағалау әдіснамасына, оның ішінде дәлдік, толықтық және F1 өлшемі сияқты көрсеткіштерге ерекше назар аударылады. Біздің зерттеу нәтижелері ғылыми қауымдастық үшін маңызды бастапқы деректерді ұсынады және терең семантикалық талдау мен мәтінді өңдеуде жоғары дәлдікті талап ететін нақты қосымшалар үшін ең қолайлы әдісті таңдауға көмектесуі мүмкін.

Сонымен қатар, бұл жұмыс үлкен көлемді деректері бар құжаттарды жіктеуде ерекше өзектілікке ие болады. Талдауға алынған әдістер ауқымды мәтіндік жиынтықтарды өңдеудің дәлдігі мен тиімділігін арттыру үшін қолданылуы мүмкін, бұл ақпараттық ағындардың тұрақты өсуі және оларды жедел өңдеу қажеттілігі жағдайында (Син, 2023) өте маңызды.

Әдістер мен материалдар

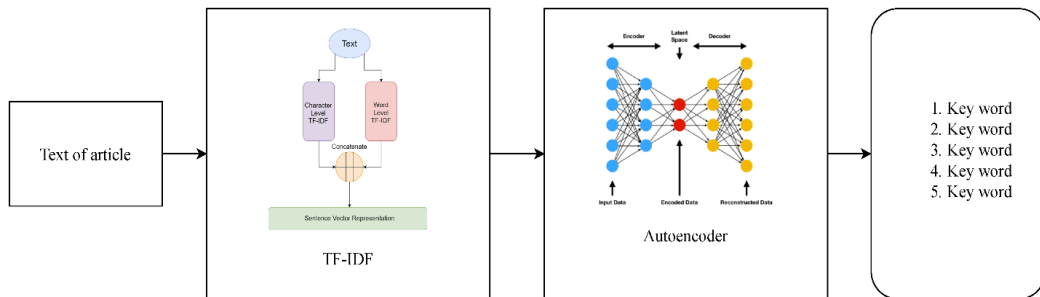
Бұл зерттеуде біз машиналық оқытудың екі гибриді әдісіне назар аудардық: BERT+Автоэнкодер және TF-IDF+Автоэнкодер, семантикалық деректерді талдау арқылы кең көлемді мәтіндік корпустардан кілт сөздерді шығару тиімділігін бағалау мақсатында. Екі әдіс те терең оқыту және автоэнкодер тұжырымдамаларын біріктіреді, бұл мәтіндерді тек үстірт деңгейде ғана емес, сонымен қатар сөздер мен фразалар арасындағы терең семантикалық және контекстік байланыстарды талдауға мүмкіндік береді, осылайша кілт сөздерді шығару процесін байытады.

Зерттеуіміздегі бірінші қадамымыз TF-IDF әдісін қолдану болды, ол құжаттағы әр сөздің барлық мәтіндік корпусқа қатысты маңыздылығын бағалауға мүмкіндік береді. TF-IDF сөздердің құжаттағы жиілігі мен олардың кездесетін корпустағы құжаттардың кері жиілігі негізінде сөздердің салмақтарын есептейді. Бұл тәсіл жиі қолданылатын, бірақ ақпараттық мазмұны аз сөздердің әсерін азайтуға көмектеседі және нақты мәтіндер үшін бірегей болып табылатын сөздерді бөлектейді. Алынған сөздердің векторлық көріністері автоэнкодерде одан әрі өңдеу үшін кіріс деректері ретінде қызмет етті.

Бұл жұмыста қолданылған автоэнкодер екі негізгі компоненттен тұрады: кодер және декодер. Кодер TF-IDF көмегімен алынған мәтіннің векторлық көрінісін тығыз әрі ақпараттық ішкі көрініске сығады. Кейін декодер осы сығылған көріністен бастапқы векторды қалпына келтіруге тырысады, ақпарат жоғалтуды барынша азайтуға ұмтылады. Бұл кезеңнің мақсаты – модельді бастапқы мәтіннен ең маңызды семантикалық белгілерді бөліп, сақтай алатындай етіп оқыту, бұл кілт сөздерді шығару сапасы мен дәлдігін арттырады.

TF-IDF пен автоэнкодерлерді біріктіру алынған кілт сөздердің семантика-

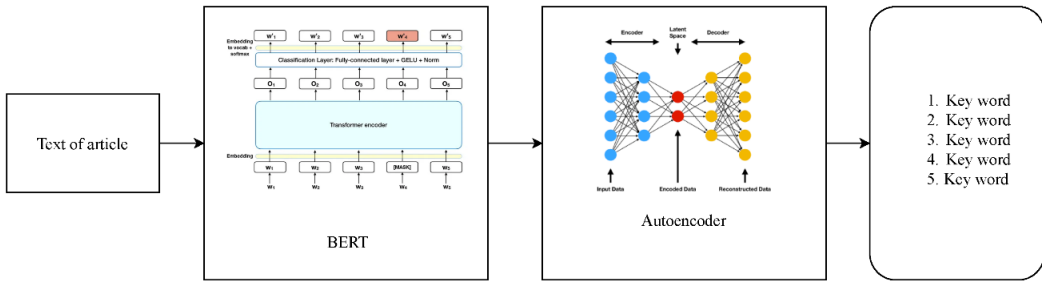
лық тұтастығын айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік берді. Бұл әдіс мәтіндік деректердің тереңірек талдауын қамтамасыз етеді, сөздердің кең мағынадағы жасырын байланыстары мен маңыздылығын анықтайды. Осылайша, бұл тәсілдерді біріктіру мәтінді талдаудың қуатты және дәл құралдарын жасауға ықпал етеді, бұл кілт сөздерді шығаруды автоматтандыру және үлкен деректерді ақпараттық іздеу мен өңдеуді жақсарту бағытында маңызды қадам болып табылады.



Сур. 1. TF-IDF + Автоэнкодер гибридік әдісінің архитектурасы

(Fig. 1. Architecture of the hybrid method TF-IDF + Autoencoder)

Мәтіндік деректерді талдауды жақсарту және кілт сөздерді дәлірек шығару үшін бұл зерттеуде BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) моделі қолданылды. BERT табиғи тілді өңдеу саласындағы озық әдістердің бірі болып табылады, ол мәтіндерді талдау үшін трансформерлердің назар аудару механизмдерін пайдаланады. BERT-тің ерекшелігі - мәтінді екі бағытта өңдеу қабілеті, бұл модельге сөздердің мағынасын солдан оңға және оңнан солға бір уақытта талдауға мүмкіндік береді. Бұл екі бағытты мәтінді түсіну модельдің сөздер арасындағы семантикалық байланыстарды түсіну қабілетін айтарлықтай арттырады, контекстік нюанстарды терең түсінуді қамтамасыз етеді және кілт сөздерді шығару сапасын жақсартады. BERT көмегімен мәтінді өңдегеннен кейін келесі қадам алынған векторлық көріністерді сығу үшін автоэнкодерді қолдану болды. Кодер мен декодерден тұратын автоэнкодерлер ақпараттың жоғалуын азайту қағидаты бойынша бастапқы вектордан сығылған көрініске және кері ауысуға жұмыс істейді. Біздің жағдайда кодер BERT-тің көп өлшемді векторларын тығыз векторларға сығып, содан кейін декодер оларды қайта қалпына келтіруге тырысты. Бұл процедураның мақсаты - мәтінде бар ең маңызды ақпаратты бөліп көрсету және сақтау, бұл кілт сөздерді шығару кезінде жоғары дәлдік пен сапаны қамтамасыз етті. Бұл сығу деректердің үлкен көлемін басқаруды және талдауды жақсартуға, мәтіннің ең маңызды элементтерін анықтауға көмектесті, оларды ақпаратты өңдеудің әртүрлі қосымшаларында кейіннен қолдануға мүмкіндік берді.



Сур. 2. BERT + Автоэнкодер гибридік әдісінің архитектурасы

(Fig. 2. Architecture of the BERT + Autoencoder Hybrid Method)

BERT және TF-IDF әдістерін автоэнкодерлермен біріктіруді қолдану зерттеуімізде кілт сөздерді шығару үшін мәтінді контекстуалды өңдеудің маңыздылығын толық түсінуге мүмкіндік берді. Әсіресе, BERT арқылы қамтамасыз етілетін мағынаны екі бағытты түсіну өте маңызды болды. Бұл мәтіннің реті ғана емес, сонымен қатар көптеген контекстуалды тәуелділіктерді де ескеруге мүмкіндік береді, бұл мәтінді қабылдауды айтарлықтай байытады. Бұл технологияларды ақпаратты тиімді түрде сығатын автоэнкодерлермен бірге қолдану бұл әсерді күшейтеді, ең маңызды семантикалық атрибуттарды бөліп көрсетіп, алынған кілт сөздердің сапасын жақсартады. Эксперименттердің нәтижелері осындай біріктірілген әдістерді қолдану тек кілт сөздерді анықтау дәлдігін арттырып қана қоймай, мәтіндерді тереңірек талдауға да ықпал ететінін растады. Ақпаратты сығу үшін автоэнкодерлерді қолдану деректердің шамадан тыс жүктелуінен сақтайды және деректерді өңдеуді басқаруға оңай әрі тиімді етеді. Бұл әсіресе, әрбір сөз бен оның мағынасы талдау нәтижесіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін үлкен мәтіндік корпустармен жұмыс істегенде өте маңызды. Нәтижесінде, мұндай тәсіл кілт сөздерді шығару дәлдігін жақсартып қана қоймай, мәтіннің құрылымы мен мағынасын түсінуді байытады, бұл көптеген салаларда, соның ішінде ғылыми зерттеулерде, білімді басқаруда және ақпараттық іздеуде өте маңызды.

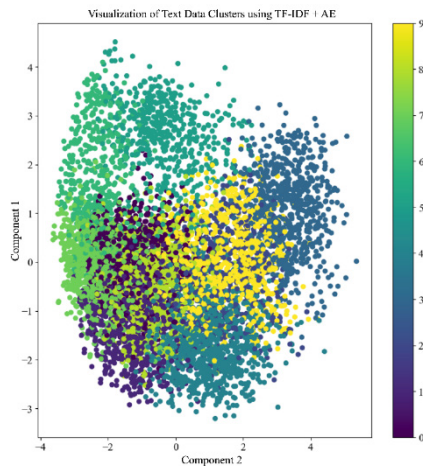
Нәтижелер және оларды талқылау

Зерттеу үшін әртүрлі ғылыми бағыттарды қамтитын 182 ғылыми мақала пайдаланылды. Бұл бағыттар биологияны, компьютерлік ғылымдарды, физиканы, химияны, психологияны және лингвистиканы қамтиды. Әрбір категория белгілі бір білім саласын білдіреді және шамамен 20-25 құжаттан тұрады. Мұндай сан алуан категориялар жан-жақты талдауды қамтамасыз етеді және әртүрлі ғылыми пәндерде кілт сөздерді шығару әдістерінің тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Мақалалар әрбір ғылыми бағытты біркелкі көрсету үшін таңдалған, бұл таңдалған әдістердің әртүрлі бағыттарда қолданылуын жалпылау туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Эксперименттер жүргізу үшін біз әртүрлі тақырыптар мен жазу стильдерін қамтитын мәтіндік деректер жиынтықтарын пайдаландық. Бағалау әдістері кілт сөздерді шығару сапасын бағалау үшін дәлдік, толықтық және F1 өлшемін талдауды қамтыды. Екі әдіспен алынған кілт сөздер KMeans және PCA әдістерін пайдаланып, сөздерді векторлық кеңістікте кластерлеу және өзара орналасуын

талдау үшін визуализацияланды. Бұл әдістер кілт сөздердің семантикалық жақындығы мен тақырыптық маңыздылығына қарай қалай топтастырылатынын бағалауға көмектесті.

3-суретте нүктелер арасындағы байланысты кілт сөздердің семантикалық немесе жақындық дәрежесі ретінде түсіндіруге болады. Жақын топтастырылған нүктелері бар кластерлер деректердегі неғұрлым нақты анықталған тақырыптар немесе тұжырымдамаларды көрсетуі мүмкін. Оң жақтағы түс шкаласы кілт сөздермен байланысты салмақ параметрін немесе метриkanı көрсетеді, бірақ қосымша сөздерсіз оның табиғатын анықтау қиын. Бұл метрика кілт сөздердің деректер жиынтығындағы маңыздылығы немесе жиілігі болуы мүмкін. Кілт сөздердің кластерленуі KMeans және PCA (Principal Component Analysis) әдістерін пайдалана отырып, екі графикте көрсетілген. BERT моделін визуализациялау кластерлердің неғұрлым нақты және айқын бөлінуін көрсетеді, бұл сөздердің неғұрлым мәнерлі және сараланған векторлық көрінісін білдіреді. Бұл BERT арқылы алынған векторлар кілт сөздердің семантикалық ұқсастығы мен айырмашылығын жақсырақ көрсететінін білдіреді, бұл сапалы кластерлеу үшін маңызды. Көрсетілген график TF-IDF және автоэнкодерлер комбинациясын пайдаланып, кілт сөздерді кластерлеу нәтижелерін көрсетеді. Өлшемділікті азайту және кейінгі визуализация үшін KMeans және PCA әдістері қолданылады. Нәтижелер кілт сөздердің семантикалық жақындығының негізгі тенденцияларын көрсететін екі өлшемді кеңістікте концентрация мен дисперсияның әртүрлі дәрежесі бар кластерлердің қалыптасуын көрсетеді. Түс шкаласы әр кілт сөзге қатысты қосымша көрсеткіштерді көрсете алады.



Сур. 3. TF-IDF + Автоэнкодер әдісі бойынша кілт сөздерді кластерлеу нәтижесі

(Fig. 3. The result of keyword clustering using the TF-IDF + Autoencoder method)

4-суретте кілт сөздер тізімі мен оларға сәйкес пайыздар көрсетілген мәтіндік нәтиже көрсетілген. Бұл деректер TF-IDF әдісі мен автоэнкодерді қолдану арқылы ғылыми мақалалар мәтінінен алынған, сипаттамаға сәйкес. TF-IDF, яғни «термин жиілігіне кері құжат жиілігі», сөздің құжаттағы маңыздылығын бағалау үшін қол-

данылатын статистикалық өлшемді білдіреді, ол коллекция немесе корпус бөлігі болып табылады. Автоэнкодерлер деректердің өлшемін азайту үшін қолданылуы мүмкін, бұл ең маңызды бөлшектерді анықтауға көмектеседі.

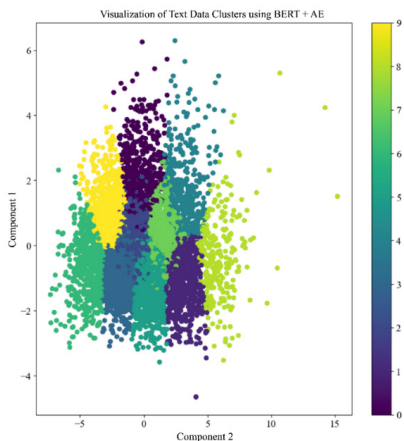
```
1/1 [=====] - 0s 112ms/step
Top keywords:
layer : 0.389
deep : 0.344
network : 0.311
convolutional : 0.292
lstm : 0.255
neural network : 0.219
training : 0.21
architecture : 0.204
recurrent : 0.201
rnn : 0.193
```

Сур. 4. TF-IDF + Автоэнкодер әдісі бойынша кілт сөздерді классификациялау нәтижесі

(Fig. 4. The result of keyword classification using the TF-IDF + Autoencoder method)

Бұл тізім негізінде бұл кілт сөздер алынған ғылыми мақаланың мәтіні Машиналық оқыту саласына, атап айтқанда терең оқыту (deep learning) және нейрондық желілерге (нейрондық желілерге) қатысты екенін болжауға болады. «Деректер», «маңызды», «алаң», «машина», «өңдеу» және «есептеу» сөздері деректерді өңдеу және машиналық оқытудың есептеу аспектілерімен байланысты тақырыптардың талқылануы мүмкін екенін растайды. «Оқыту» және «терең» сөздерінің ең жоғары пайызға ие болуы бұл ұғымдардың қарастырылып отырған мақалада орталық екенін көрсетуі мүмкін. Сонымен қатар, «машина», «өңдеу» және «есептеу» сияқты сөздердің тең пайызға ие болуы олардың зерттеліп жатқан тақырыптағы өзара байланысын көрсетуі мүмкін.

5-суретте автоэнкодермен бейімделген BERT моделін пайдалану арқылы тест деректер жиынын тексеру барысында алынған кілт сөздердің кластерлену нәтижелері көрсетілген. Нәтижелерді екі өлшемді кеңістікте визуализациялау үшін KMeans және PCA әдістері қолданылды. Графикте әрбір нүкте кілт сөзге сәйкес келеді, нүктелердің түстері кілт сөз тиесілі кластерді көрсетеді, ал олардың орны PCA қолдану нәтижесінде алынған алғашқы екі негізгі компоненттің мәндерімен анықталады.



Сур. 5. BERT + Автоэнкодер әдісі бойынша кілт сөздерді кластерлеу нәтижесі
(Fig. 5. The result of keyword clustering using the BERT + Autoencoder method)

6-суретте BERT моделі мен автоэнкодер комбинациясын пайдалану арқылы ғылыми мақаланың мәтінінен алынған кілт сөздердің тізімі көрсетілген, әрбір кілт сөзге белгілі бір пайыз берілген. Ол өңделіп жатқан мәтінде әрбір кілт сөздің үлесін көрсетеді. Машиналық оқыту және жасанды интеллектпен байланысты сөздер тізімнің жоғарғы жағында орналасқан. «Оқыту» сөзі бірінші орында 5,78 % үлеспен, ал одан кейін «терең» сөзі 4,33 % үлеспен орналасқан, бұл талданатын мәтінде терең оқыту тақырыбына ерекше назар аударылатынын көрсетеді. Келесі терминдер «желі», «деректер» және «нейрондық» бұл назардың нейрондық желілер мен деректерге бағытталғанын растайды. «Маңызды», «алаң», «машина», «өңдеу» және «есептеу» сияқты кілт сөздер де мақаланың мазмұнында рөл атқара алады, бірақ олар негізгі тақырыппен салыстырғанда қосымша аспектілерді немесе сипаттамаларды білдіреді.

```

Top keywords with a certain percentage:
learning: 5.78%
deep: 4.33%
network: 3.61%
data: 2.53%
neural: 2.17%
significant: 1.81%
area: 1.44%
machine: 1.08%
processing: 1.08%
computing: 1.08%
    
```

Сур. 6. BERT + Автоэнкодер әдісі бойынша классификация нәтижесі
(Fig. 6. The result of classification using the BERT + Autoencoder method)

Зерттеу нәтижелері Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) әдісі автокодировщикпен (Autoencoder) үйлесімде қолданғанда, TF-IDF әдісі автокодировщикпен үйлесімде қолданғаннан гөрі кілт сөздерді шығару

тапсырмасында жақсы нәтижелер көрсететінін көрсетеді. Бұл BERT+Autoencoder әдісінің табиғи тілді тереңірек түсіну қабілетінің бар екенін дәлелдейді. Сонымен қатар, ол күрделі мәтіндік деректерге жақсырақ бейімделеді. Модельдерді оқыту тарихы оқыту және тексеру барысында қателердің өзгеруін көрсететін графиктерде ұсынылған. BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) моделі графиктері қателіктің оқыту кезеңінде де, тексеру кезеңінде де барлық эпохаларда үздіксіз және дәйекті түрде азайғанын көрсетеді. Бұл BERT моделінің жоғары жалпылау қабілетін көрсетеді, ол айқын қайта оқыту белгілерінсіз ақпаратты сенімді түрде игере алады. Керісінше, TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) моделі бойынша деректер ұсынылмаған, бірақ машиналық оқытудың жалпы тенденцияларына сүйене отырып, TF-IDF белгілі бір деректер түрлерімен жақсы жұмыс істей алады, бірақ күрделі табиғи тілді өңдеу тапсырмаларында BERT моделінен төмен болуы мүмкін деп болжауға болады

Қорытынды

Бұл мақалада ғылыми мәтіндерден кілт сөздерді шығару үшін машиналық оқытудың екі заманауи гибриді тәсілдерінің мұқият салыстырмалы талдауы жүргізілген: BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) автокодировщикпен (Autoencoder) және TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency) автокодировщикпен үйлесімде. Зерттеу негізінде келесі қорытындылар жасауға болады.

Біріншіден, нәтижелер BERT+Autoencoder әдісінің TF-IDF+Autoencoder әдісімен салыстырғанда кілт сөздерді шығару тапсырмасында жақсы нәтижелер көрсететінін көрсетті. Бұл BERT моделінің табиғи тілді тереңірек түсіну және күрделі мәтіндік деректерге жақсырақ бейімделу қабілетін дәлелдейді. BERT-тің мәтінді екі бағытта өңдеуі модельге сөздер арасындағы байланыстарды ескеруге мүмкіндік береді, бұл алынған кілт сөздердің дәлдігі мен өзектілігін айтарлықтай арттырады.

Екіншіден, графиктермен ұсынылған модельдерді оқыту тарихы BERT моделі үшін қателіктің оқыту кезеңінде де, тексеру кезеңінде де барлық дәуірлерде үздіксіз азайғанын көрсетеді, бұл оның қайта оқыту белгілерінсіз жоғары жалпылау қабілетін көрсетеді. TF-IDF моделі үшін мұндай тенденция анықталған жоқ, бұл оның күрделі мәтіндерді өңдеуде төмен тиімділігін көрсетуі мүмкін.

Үшіншіден, KMeans және PCA әдістерін пайдалана отырып, кілт сөздерді кластерлеу нәтижелерін визуализациялау BERT моделінің артықшылығын растады. BERT арқылы алынған сөздердің векторлық көріністері кілт сөздер арасындағы семантикалық ұқсастық пен айырмашылықты жақсырақ көрсетеді, бұл дәлірек кластерлеуге және мәтіндерді тереңірек талдауға ықпал етеді.

Осылайша, BERT әдісі автокодировщикпен үйлесімде ғылыми мәтіндерден кілт сөздерді шығару тапсырмаларында TF-IDF әдісінен автоэнкодермен үйлесімде асып түсетінін қорытындылауға болады. BERT тек кілт сөздерді жақсырақ кластерлеуді және шығаруды қамтамасыз етіп қана қоймай, сонымен қатар оқыту және тексеру процесінде қателердің тұрақты түрде азаюын көрсетеді. Сөздердің қуатты көріністері және терең семантикалық талдау мүмкіндіктерінің арқасында BERT әрбір терминнің нақты маңызы шешуші рөл атқаратын күрделі ғылыми материалдарды өңдеу үшін таңдаулы таңдау болып табылады.

ӘДЕБИЕТ

Баладжи Т.К., Аннаварапу К.С.Р. және Баблани А. (2021). Әлеуметтік медианы талдауға арналған машиналық оқыту алгоритмдері: сауалнама. *Информатикаға Шолу*, — 40, — 100395.

Маккистрик М.К., Шуурман Н. және Крукс В.А. (2023). Орналасқан жеріне негізделген әлеуметтік медиа деректерін жинау, талдау және визуализациялау: ГАЖ-дағы әдістерге шолу-әлеуметтік медианы талдау. *Геожурнал*, — 88 (1). — 1035–1057.

Маниас Г., Маврогиоргу А., Киуртис А., Симвулидис С. және Кириазис Д. (2023). Мәтінді көптілді санаттарға бөлу және көңіл-күйді талдау: twitter деректерін жіктеудің көптілді тәсілдерін қолданудың салыстырмалы талдауы. *Нейрондық Есептеу және Қолдану*, — 35(29). — 21415–21431.

Саранья С. және Уша Г. (2023). Twitter-дегі Көңіл-күйді Талдау Үшін IntelligentWordNet Lemmatize Көмегімен Машиналық оқытуға негізделген Әдіс. *Интеллектуалды Автоматтандыру Және Жұмсақ Есептеу*, — 36 (1).

Син К., Ол Ю., Пан Ю., Ван Ю. және Ду С. (2023). NLP алгоритміне негізделген ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТКЕ негізделген жарнамалық итеру жүйесін енгізу. *Халықаралық Информатика Және Ақпараттық Технологиялар Журналы*, — 1 (1), — 30–37.

Фу Г., Ли Б., Янг Ю. және Ли С. (2023). Мәтінді санаттарға бөлу үшін көп сатылы агрегациясы бар ансамбльді ҚАЙТА бағалау және ТОПСИС негізінде таңдау. *Үлгіні Тану Хаттары*, — 168. — Pp. 47–56.

Хапкс Д., Джулианелли М., Данкерс В., Артеткс М., Элазар Ю., Пиментель Т. & Джин З. (2023). NLP-дегі жалпылама зерттеулердің таксономиясы және шолуы. *Табиғат Машинасының Интеллекстісі*, — 5 (10). — 1161–1174.

Чанг С., Мун С., Ким Дж., Ким Дж., Лим С. және Чи С. (2023). Құрылыстағы және информатикадағы табиғи тілдерді өңдеу (NLP) қолданбаларын жүйелі шолулар (PRISMA) үшін таңдаулы есеп беру элементтерін пайдалана отырып салыстыру. *Құрылыстағы автоматтандыру*, — 154, — 105020.

Эдара, Колумбия Округі, Ванукури, Лос-Анджелес, Систла В. және Колли В.К.К. (2023). Көңіл-күйді талдау және lstm көмегімен онкологиялық аурулардың медициналық жазбаларын мәтіндік санаттарға бөлу. *Қоршаған Органы Барлау және Ізгілендірілген Есептеу журналы*, — 14 (5). — 5309–5325.

REFERENCES

Balaji T.K., Annavarapu C.S.R. & Bablani A. (2021). Machine learning algorithms for social media analysis: — A survey. *Computer Science Review*, — 40. — 100395.

Chung S., Moon S., Kim J., Kim J., Lim S. & Chi S. (2023). Comparing natural language processing (NLP) applications in construction and computer science using preferred reporting items for systematic reviews (PRISMA). *Automation in Construction*, — 154. — 105020.

Edara D.C., Vanukuri L.P., Sistla V. & Kolli V.K.K. (2023). Sentiment analysis and text categorization of cancer medical records with LSTM. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. — 14(5). — 5309–5325.

Fu G., Li B., Yang Y. & Li C. (2023). Re-ranking and TOPSIS-based ensemble feature selection with multi-stage aggregation for text categorization. *Pattern Recognition Letters*, — 168. — 47–56.

Hupkes D., Giulianelli M., Dankers V., Artetxe M., Elazar Y., Pimentel T. & Jin Z. (2023). A taxonomy and review of generalization research in NLP. *Nature Machine Intelligence*. — 5(10). — 1161–1174.

Manias G., Mavrogiorgou A., Kiourtis A., Symvoulidis C. & Kyriazis D. (2023). Multilingual text categorization and sentiment analysis: a comparative analysis of the utilization of multilingual approaches for classifying twitter data. *Neural Computing and Applications*, — 35(29). — 21415–21431.

McKitrick M.K., Schuurman N. & Crooks V.A. (2023). Collecting, analyzing, and visualizing location-based social media data: review of methods in GIS-social media analysis. *GeoJournal*, — 88(1). — 1035–1057.

Saranya S. & Usha G. (2023). A Machine Learning-Based Technique with IntelligentWordNet Lemmatize for Twitter Sentiment Analysis. *Intelligent Automation & Soft Computing*, — 36(1).

Xin Q., He Y., Pan Y., Wang Y. & Du S. (2023). The implementation of an AI-driven advertising push system based on a NLP algorithm. *International Journal of Computer Science and Information Technology*, — 1(1). — Pp. 30–37.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2, Number 350 (2024). 120–136
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.271>

ӘОЖ (УДК) 371.315.5
ҒТАХР (МРҒТИ) 14.25.09

© **A.Kh. Davletova^{1*}, N.N. Orazova¹, ZH.B. Sailau¹, D.N. Kurmangalieva², G.L. Abdulgalimov³, 2024**

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

²West Kazakhstan Innovation and Technological University, Uralsk, Kazakhstan;

³Moscow Pedagogical University, Moscow, Russia.

E-mail: ainash_5@mail.ru

WAYS TO PREPARE PRIMARY SCHOOL STUDENTS FOR INTERNATIONAL PIRLS RESEARCH USING INFORMATION TECHNOLOGY

Davletova Ainash Khaliullinovna — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: ainash_5@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2373-3699>;

Orazova Nazerke Nyshynbaevna — master, 2nd year doctoral student of the educational program «8D01511 - Computer Science», L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: naskentai@mail.ru;

Sailau Zhupar Baimagambetkyzy — Master's student of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: zhupars00@mail.ru;

Kurmangalieva Dinara Nurlygainovna — 1st year master's student, Department «6M010300 – Pedagogy and psychology», West Kazakhstan Innovation and Technological University, Uralsk, Kazakhstan

E-mail: k.dina_78@mail.ru;

Abdulgalimov Gramudin Latifovich — doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Moscow Pedagogical University, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

E-mail: agraml@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9744-0584>.

Abstract. In the modern world, Information Technology plays a huge role in all spheres of life. One of the most important international studies aimed at measuring the reading literacy of Primary School students is PIRLS. For successful participation in PIRLS, it is necessary to actively use information technologies in the preparation of Primary School students. Educational platforms offer a wide selection of online exercises and programs, the use of interactive educational materials includes various computer programs. Analytical work is carried out based on a survey of students who participated in the PIRLS study, and effective programs are offered. The use of information technology in preparing primary school students for the international PIRLS study has great potential to improve the quality of education and achieve good results in this study. Online forums and the exchange of experience with colleagues from other countries contribute to the enrichment of ideas about working methods and the development of professional skills

of teachers.

Keywords: PIRLS, functional literacy, reading literacy, computer literacy, elementary grade, program, text, question, assignment

© **А.Х. Давлетова^{1*}, Н.Н. Оразова¹, Ж.Б. Сайлау¹, Д.Н. Курманғалиева², Г.Л. Абдугалимов³, 2024**

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

²Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал, Қазақстан;

³Мәскеу педагогикалық мемлекеттік университеті, Мәскеу, Ресей.

E-mail: ainash_5@mail.ru

БАСТАУЫШ СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫН ХАЛЫҚАРАЛЫҚ PIRLS ЗЕРТТЕУІНЕ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР АРҚЫЛЫ ДАЯРЛАУ ЖОЛДАРЫ

Давлетова Айнаш Халиуллиневна — педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: ainash_5@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2373-3699>;

Оразова Назерке Нышинбаевна — магистр, «8D01511 - Информатика» білім беру бағдарламасының докторанты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: naskentai@mail.ru;

Сайлау Жұпар Баймағанбетқызы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің магистранты, Астана, Қазақстан

E-mail: zhupars00@mail.ru

Курманғалиева Динара Нурлыгаиновна — 1 курс магистранты, «6M010300 – Педагогика және психология» кафедрасы, Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал, Қазақстан

E-mail: k.dina_78@mail.ru

Абдугалимов Грамудин Латифович — педагогика ғылымдарының докторы, Мәскеу педагогикалық университетінің профессоры, Мәскеу педагогикалық мемлекеттік университеті, Мәскеу, Ресей

E-mail: agraml@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9744-0584>.

Аннотация. Қазіргі әлемде ақпараттық технологиялар өмірдің барлық саласында үлкен рөл атқарады. Ақпараттық технологиялардың дамуы білім беру процесіне революциялық өзгерістер енгізіп, оқушыларды оқыту мен оқытудың жаңа мүмкіндіктерін ашады. Бастауыш сынып оқушыларының оқу сауаттылығын өлшеуге бағытталған маңызды халықаралық зерттеулердің бірі-PIRLS. PIRLS-ке сәтті қатысу үшін бастауыш сынып оқушыларын дайындауда ақпараттық технологияларды белсенді қолдану қажет. Білім беру платформалары онлайн жаттығулар мен бағдарламалардың кең таңдауын ұсынады, интерактивті оқу материалдарын пайдалану әртүрлі компьютерлік бағдарламаларды қамтиды. Мақалада функционалдық сауаттылықтың екі түрі көрсетілген: оқу сауаттылығы мен компьютерлік сауаттылықты арттыру жолдары. Аналитикалық жұмыс PIRLS зерттеуіне қатысқан студенттердің сауалнамасы негізінде жүзеге асырылады және тиімді бағдарламалар ұсынылады. Бастауыш сынып оқушыларын PIRLS халықаралық зерттеуіне дайындауда ақпараттық технологияларды қолдану білім

сапасын жақсартуға және осы зерттеуде жақсы нәтижелерге қол жеткізуге үлкен әлеуетке ие. Оқушыларға әртүрлі мәтіндермен танысуға және сөздік қорын кеңейтуге мүмкіндік беріледі. Онлайн-форумдар құру және басқа елдердің әріптестерімен тәжірибе алмасу оқушылармен жұмыс істеу әдістемелері туралы түсініктерді байытуға және педагогтердің кәсіби дағдыларын дамытуға ықпал етеді.

Түйін сөздер: PIRLS, функционалдық сауаттылық, оқу сауаттылығы, компьютерлік сауаттылық, бастауыш сынып, бағдарлама, Мәтін, сұрақ, тапсырма

©**А.Х. Давлетова^{1*}, Н.Н. Оразова¹, Ж.Б. Сайлау¹, Д.Н. Курманғалиева², Г.Л. Абдугалимов³, 2024**

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

²Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, Уральск, Казахстан;

³Московский педагогический университет, Москва, Россия.
E-mail: ainash_5@mail.ru

ПУТИ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ К МЕЖДУНАРОДНОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ PIRLS С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Давлетова Айнаш Халиуллиновна — кандидат педагогических наук, доцент, Евразийский Национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: ainash_5@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2373-3699>;

Оразова Назерке Нышинбаевна — магистр, докторант образовательной программы «8D01511 - Информатика», Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: naskentai@mail.ru

Сайлау Жұпар Баймағанбетқызы — магистрант Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан
E-mail: zhupars00@mail.ru

Курманғалиева Динара Нурлығанновна — магистрант 1 курса, кафедра «6M010300 – Педагогика және психология», Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет, Уральск, Казахстан
E-mail: k.dina_78@mail.ru

Абдугалимов Грамудин Латифович — доктор педагогических наук, профессор Московского педагогического университета, Московский педагогический университет, Москва, Россия
E-mail: agraml@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9744-0584>.

Аннотация. В современном мире информационные технологии играют огромную роль во всех сферах жизни. Развитие информационных технологий вносит революционные изменения в образовательный процесс, открывает новые возможности для обучения и обучения учащихся. Одним из важных международных исследований, направленных на измерение грамотности чтения младших школьников, является PIRLS. Для успешного участия в PIRLS необходимо активное использование информационных технологий в подготовке учащихся начальных

классов. Образовательные платформы предлагают широкий выбор онлайн-упражнений и программ, использование интерактивных учебных материалов включает в себя различные компьютерные программы. В статье перечислены два типа функциональной грамотности: способы повышения грамотности чтения и компьютерной грамотности. Аналитическая работа проводится на основе анкетирования, участвовавших в исследовании PIRLS, и предлагаются эффективные программы. Использование информационных технологий при подготовке учащихся начальных классов к международному исследованию PIRLS имеет большой потенциал для улучшения качества образования и достижения лучших результатов в этом исследовании. Создание онлайн-форумов и обмен опытом способствует обогащению представлений о методиках работы с учащимися и развитию профессиональных навыков педагогов.

Ключевые слова: PIRLS, функциональная грамотность, грамотность чтения, компьютерная грамотность, начальный класс, программа, текст, вопрос, задание

Введение

Функционалды сауаттылық – белгілі бір қоғамның жоғары әлеуетінің көрсеткіші. Оның жоғары деңгейі қоғамның саяси-мәдени жетістігін көрсетеді; төменгі деңгейі әлеуметтік дағдарыстың алдын алу жөнінде хабар береді (Оқушылардың оқу сауаттылығын қалыптастыруға арналған әдістемелік құрал. НЗМ-ДББҰ, «Білім беру бағдарламалары орталығы» филиалы, 2020). Функционалдық сауаттылық дегеніміз – адам өзінің оқу және жазу дағдыларын әлеуметтік ортада қарым-қатынас жасауда қолдана білу өзін қоршаған әлеуметтік ортамен қарым-қатынасқа мүмкіндік беретін және сол ортаға барынша тез әрі жайлылықпен бейімделуіне жағдай туғыза алатын сауаттылық деңгейі. Бұл деңгейде адам мәтіндерден өзіне қажетті ақпаратты, мәлім іріктеп алуы үшін және сондай ақпаратты басқаларға жеткізе алуы үшін қажетті болатын қабілеттер қалыптасады (Оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыру (бастауыш сыныптар). Әдістемелік құрал. Ы. Алтынсарин атындағы ұлттық білім академиясы, 2013).

Оқушылардың функционалдық сауаттылық түрлері:

- оқу, жазу сауаттылығы;
- жаратылыстану ғылымындағы сауаттылығы;
- математикалық сауаттылығы;
- компьютерлік сауаттылық;
- денсаулық мәселесіндегі сауаттылық;
- құқықтық сауаттылық.

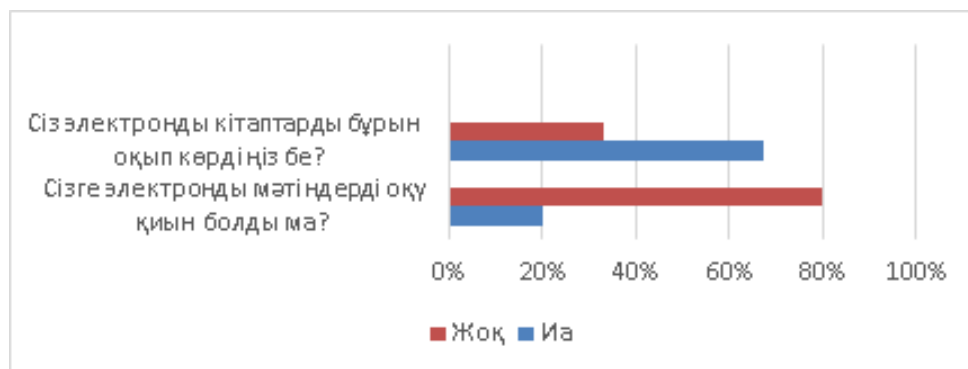
Жоғарыда көрсетілген функционалдық сауаттылық түрлерінің ішіндегі оқу сауаттылығы PIRLS зерттеуінің негізгі объектісі болып табылады. Алайда 2021 жылдан бастап PIRLS зерттеуінің электронды форматта өткізілуі оқушылардың компьютерлік сауаттылық деңгейіні де жақсы дәрежеде болуы керектігін көрсетті. Оқушылар зерттеуге қатысу барысында компьютермен жұмыстың тәжірибесі аз болуы себебінен жауаптарда қате жіберген. Оқушылар қарапайым техникалық жұмыстар және электронды түрде оқу мәдениетінің жоқтығынан зерттеу барысында қиындықтарға жолыққан. Осы қиындықтарды ала отыра PIRLS тестіне қатысқан кейбір оқушылар арасында сауалнама жүргізілген болатын. Сауалнамаға 30 оқушы

қатысты. Оқушылар екі тілді 20 оқушы қазақ және 10 оқушы орыс тілді оқушылар болды (Сурет 1).



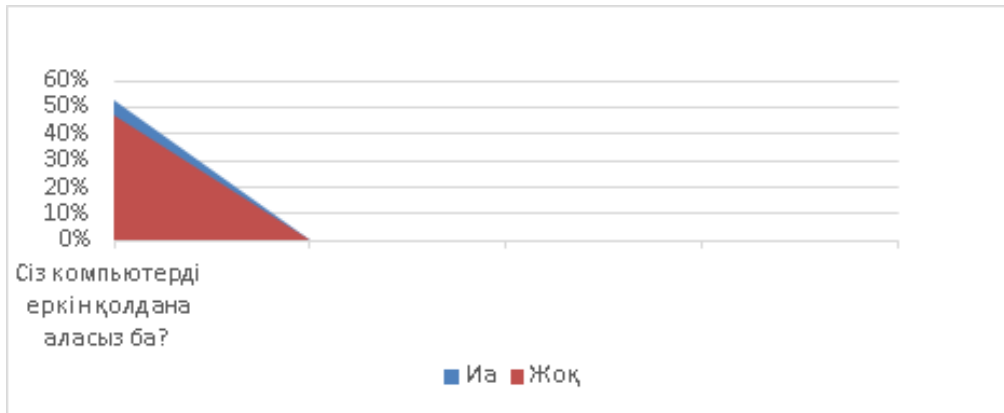
Сурет – 1. Сауалнамаға қатысушы оқушылар саны

Оқушылар үшін экраннан мәтінді қабылдау тәжірибесінің болмауы және бастапқы кезеңде бүкіл мәтінді толық оқу үшін қосымша техникалық әрекеттерді орындай алмау тесттің сапасына айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Оқушылардың бойында таныс емес форматтың өзі қорқыныш тудырып, оқушылар дайындығының болмағанын көрсетеді. Оқушылардың арасында бұрын мүлде электронды оқулықтар мен текстермен таныс болмаған оқушылар болды (Сурет 2).



Сурет – 2. Сауалнама қорытындысы

Келесі қиындық оқушы мәтіннің маңызды бөлігін техникалық қателіктер жасап (бірнеше бетті бірден өтіп кету, төмен қарай өтіп кету, дұрыс емес жерді басу) өткізіп алған. Оқушылардың компьютермен жұмыс істей алу қабілеті электронды тесттерді тапсыру барысында міндетті түрде болуы керек. Компьютерді қолдана білмеу қате жауаптардың болуына әсер еткен (Сурет 3).



Сурет – 3. Сауалнама қорытындысы

Жұмыстың тағы бір жіберіп алған қателігі ақпарат іздеп алдыңғы экрандарға оралмауы, егер оқылатын нәрсені түсінбеген болса, мәтіннің алдыңғы бөлігіне оралу мүмкіндігі; түсінуді жақсарту үшін мәтінді қайта оқи білу; оқылатын мәтінге сілтеме жасай білу түсіну қиындықтарын жою үшін қажетті ақпарат жазылған бетке қайта оралу мүмкіндігі бар болған жағдай болғанмен де оқушылар оны қолданбаған. Оның бір себебі оқушылардың оны білмеу себебі.

Осы ретте «Психология, социология и педагогика» электрондық ғылыми-практикалық журналында жарияланған «Анализ эффективности восприятия печатного и компьютерного текста в рамках учебной деятельности» мақалада берілген пікірді ұсынғым келеді. Бұл жерде жасалған эксперимент оқушылардың екі форматта электронды және қағаз түрінде берілген ақпарат бойынша жауап беру деңгейінің бірдей екенін көрсетеді. Бірақ мына пікір: «Респонденттер атап өткендей, экранда оқу қағазда оқудан түбегейлі ерекшеленеді. Оқушылар экрандағы мәтіндерді оқиды, олар оқуға аз уақыт жұмсайды, негізінен оқудың орнына мәтінді қарап, сканерлейді, бұл түсіну мен есте сақтаудың төмендеуіне әкеледі, бірақ пайдаланушылар қажет болған жағдайда өздері пайдаланатын электрондық кітапханаларды жасайды» қаншалықты бірдей болғанмен екі формат арасында түсіну мен есте сақтауға келгенде айырмашылықтың барын көрсетеді (Антипенко, 2016). Заман талабына сай оқушылардың электронды текстерді жай оқып қоймай оны түсіне оқуына бейімдеуіміз керек.

Сіз кітапты баспа түрінде оқығанды жақсы көресіз бе әлде электронды түрде ме?/



Сурет – 4. Сауалнама қорытындысы

Оқушылардың смартфондарды көп қолданатынын айтсақта, ол жерде пайдалы іспен айналысу көрсекіші төмен. Оқушылар смартфондардан кәтап оқу кезінде көп алаңдайды, басқа бағдарламаларға өтіп уақыттың көп бөлігін соған жұмсайды. Сауалнама қорытындысымен қарайтын болсақ оқушылардың 73 % әлі де баспа түрдегі кітаптарды оқитынын көре аламыз (Сурет 4). Бұл да оқушылардың әлі де электронды форматта кітап, ақпараттық мәтінді қабылдауда қиналуының бір себебін көрсетеді. Қағаз мәтінін оқығанда оқушылар бетбелгілер, астын сызу және шеттердегі қысқа жазбалар (егер бұл оқулық болмаса), жеке парақшалардағы жазбалар түрінде кейбір жазбалар жасауға мүмкіндік алады. Сандық мәтіндерді оқығанда белгілеу құралдары басқа. Мысалы, PIRLS цифрлық форматында осындай құралдардың бірі — оқырмандар мәтіннің белгілі бір бөліктерін бөлектей алатын «маркер» енгізілді. Бірақ бұл құралмен жұмыс істеу тәжірибесі болмаса, оны бастауыш сынып оқушылары мүлдем қолданбаған немесе жай ғана алаңдататын нәрсе болды (балалар мәтінді жай ғана «баяды» бұл уақытты алды, оқушы назары басқаға ауысты). Оқушылар қосымша инструменттермен жұмыс жасауды игерулері керек.

Бұл қиындық жоғарыда сипатталғаннан өзгеше екенін ескеріңіз, бұл нұсқаулықты түсінген, экраннан экранға өту механизмін меңгерген және бүкіл мәтінді толығымен оқу мүмкіндігін түсінген, бірақ «Сұрақтар» деген терезені мәтінді толық оқымай-ақ тапсырмаларды бірден орындауға тырысқан оқушылар. Бұл мүмкіндік компьютерлік тестілеу форматын қағаздан түбегейлі ерекшелендірді, оны орындау кезінде сұрақтарға жету үшін барлық беттерді айналдыру қажет. Ақпарат мәтіннің әртүрлі бөліктерінде болуы мүмкін және мәтіннің әртүрлі бөліктерінен алынған ақпарат бірліктерін жалпылау қажет. Экраннан оқуды үйрену кезінде алдымен оқу аяқталғанға дейін сұрақтар блогына кірмеу немесе оқырман бүкіл мәтінді оқығаннан кейін ғана «сұрақтарға өту» батырмасын пайдалана алатындай интерфейстермен дайындық жұмыстары жобалануы керек. Осы әдісті қолдана отырып оқушылардың өздігінен реттеуге арналған тапсырмаларын енгізуге болады: оқушының кез-келген уақытта сұрақтарға көшуге мүмкіндігі бар, және ол алдымен мәтінді оқып шығу керек екенін түсініп, өзін тоқтатады.



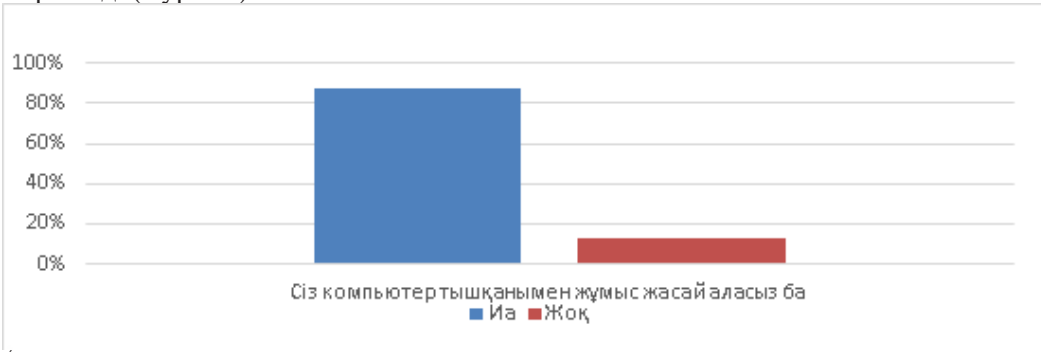
Сурет – 5. Сауалнама қорытындысы

Кейбір төртінші сынып оқушылары пернетақтаны меңгеру деңгейіне байланысты ашық жауапты қажет ететін тапсырмаларды орындауда қиындықтарға тап болды: балалар пернетақтада белгілі бір тыныс белгісі қайда екенін, нүктені қалай қою керектігін, бас әріппен жазуды және т.б. білмеді (Сурет 5). Сауалнамада осы бойынша еке сұрақ берілген болатын оқушылардың екі сұраққа жауаптарын қарайтын болсақ пернетақтамен жұмыс жасауда қиналатын оқушылардың негізгі қиындығы нақты жазу тілін ауыстыру, символдар, және тілді ауыстыру екенін көруге болады. Оқушылар жазу тілін өзгертудің өзі қиындық тудырған. Сол себептен тапсырма жауаптарын білседе, жай символдармен ұяшықтарды толтырған. Сауалнама деректері көрсеткендей, бастауыш сынып оқушылары планшет пен смартфон сияқты электронды құралдарға көбірек ие және оқу және күнделікті өмірде компьютерді өте аз пайдаланады. Алайда, сауалнама қорытындысын қарайтын болсақ оқушылардың көбісі компьютермен жұмыс жасауда аса қиындық тудырмайтынын көрсетеді. Оқушыларға сауалнамада берілген ашық сұрақтарға оқушылар нақты жауап бермеген немесе қысқа жауап бергенін көре аламыз. Бұл балалардың өздерінің толық, ашық жауаптарын тұжырымдауда қиналатындарын көрсетеді. Компьютерлерде жұмыс істеу жағдайында жауап тұжырымының нақтылығына қойылатын ішкі талаптар артады-бала «ұзақ» мәтінді жазу оған тым көп уақытты қажет ететінін түсінеді (пернетақтада теру әдеті болмағандықтан). Демек, ұсыныстардың бірі жазбаша түрде ойды нақты және қысқа тұжырымдай білу, егжей-тегжейлі жауап қай жерде қажет және қай жерде жеткілікті қысқа екенін ажырата білу қабілеттерін дамытуға назар аудару керек. Оқушылар сауалнамада «Электонды PIRLS тестін тапсыру барысында қандай қиындықтар болды?», деген сұраққа: Было сложно уменьшить и увеличить, Что я не мог нормально написать слово или предложение, потому что слово менялось, Электронды PIRLS тестін тапсыру барасында қиындықтар болмады, PIRLS ты орындау үшін әріптерді табу қиын болды, электронды тесты орындаған кезде клавиатурада қазақшаға ауыстра алмадым, Компьютерде сөздер жазу,келесі бетке ауысу қиын болды, Найти ответ в тексте вот прочитал вроде помнишь в вопросе ответ но не находишь информацию, Мен жауаптарды ауыстырып алдым, Мне было слодно отвечать своими слова потому-то я допускала ошибки когда писала, Оқыған жерлерді ұмытып қалдым жауап бергенше» осындай жауаптар берілді. Жауаптарды қарап отырып жоғарыда айтылған проблемалардың шыныменде бар екенін көруге болады.

Оқушылар үшін белгілі бір қиындық осы зерттеу циклінде пайда болған тапсырмалардың жаңа форматтары болды, атап айтқанда бірнеше дұрыс

жауаптарды таңдау тапсырмалары. Алдыңғы PIRLS зерттеу циклдарында жауап таңдау тапсырмаларында бір ғана дұрыс жауап болды. Бірнеше таңдау тапсырмалары мәтінді түсінудің жоғары дәрежесін көрсетуді талап ететінін ескеру керек. Жәнеде оқушылар бұндай форматтың бар екенін білмесе, бірінші көрген жауабын таңдап әрі қарай өтіп кетуі мүмкін. Көп таңдаулы тапсырмалар оқырманға қанша таңдау жасау керектігін көрсетпейді, бұл мәтінді түсіну мен өзін-өзі ұйымдастыруға қойылатын талаптарды арттырады. Алайды, техникалық жағынан да оқушылар осындай жауаптардың болуы мүмкіндігін білу керек, және белгілей алуға дағдылануы керек.

Қарапайым компьютер тышқанымен жұмыстың өзі оқушыларға электронды тапсырмаларды орындауда қажет. Көбіне мәтіндер берілгенде ұзақ болуы мүмкін. Оқушылар экранда берілген бөлігін ғана оқып, төменгі бөлігіне тышқан көмегімен түспей өтіп кетуі мүмкін. Бұл да ақпаратты толық қабылдауға кедергі келтіреді. Сауалнамада осы бойынша да сұрақтар қойылды 25 оқушы қолдануды білетінін, ал 4 оқушы білмеймін деп жауап берді. Бұл көрсеткіште тәжірибін қажет екендігін көрсетеді (Сурет 6).

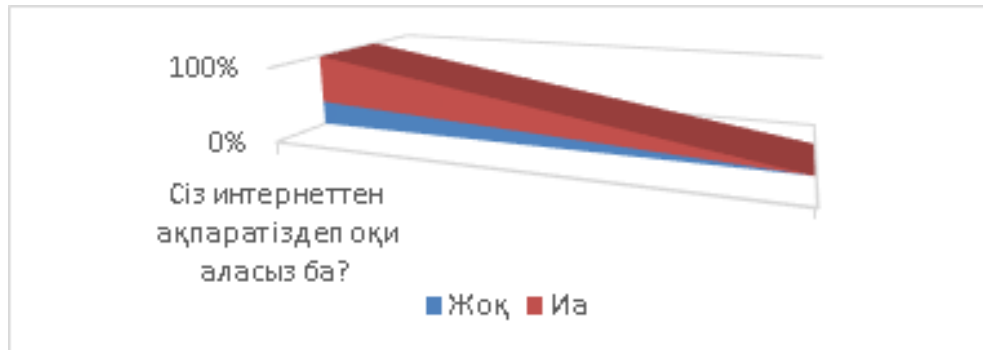


Сурет – 6. Сауалнама қорытындысы

PIRLS оқытуды бағалау жүйесі PIRLS Learning Development Group (RDG) және ұлттық зерттеу үйлестірушілері (NRC) жүргізген тексерулер арқылы білім беру және білім беруді дамыту бойынша зерттеулерді алдыңғы қатарда ұстау үшін әр циклды жаңартады. Бұл PIRLS тәжірибесі мен оқыту саясаты үшін өзекті қала береді. Алайда, PIRLS трендтерді зерттеу болып табылады және оның негізінде жатқан ұйым барлық циклдарда өзгеріссіз қалды (Маллис, 2021). ePIRLS тапсырмалар одан да күрделене түсті, оларды орындау үшін мәтінде көрсетілген ақпаратты жүйелеу және кестенің әр жолында жауап таңдау кезінде мәтіннің біртұтас түсінігін көрсету қажет болды, сонымен бірге кестенің жолдары мен бағандары бойынша ақпаратты біріктіре отырып жауап беру сұралды. Бұл оқушылардың визуалды, иллюстрациялық материалдармен, кестелер мен схемалармен жұмыс жасап, оларды оқып үйренулері керектігін көрсетеді. Суретті басу, сол арқылы ақпарат алу немесе видеоны қосу бұны барлығы алдын ала дайындықты талап етеді.

Тестілеудің бұл кезеңінің тағы бір ерекшелігі оқушылардың навигациялық дағдыларды көрсетуді, сайттарда ұсынылған ақпараттың қойылған сұраққа сәйкестігін бағалау қабілетін және т.б. талап ететін арнайы модельденген интернет-

ортада шарлау қабілетін бағалау болды. Интернетте жұмыс істеу сайттан сайтқа, сайттың бір бетінен екіншісіне ауысуды қамтиды. Оқушылар ақпаратты іздей алады, алайды қайсы сайтта нақты ақпараттың барына талдау жасамайды, кез-келген сайтқа өте береді (Сурет 7).



Сурет – 7. Сауалнама қорытындысы

Техникалық сипаттағы қиындықтар навигациялық тақтаны, әртүрлі қойындылар мен қалқымалы терезелерді, сілтемелерді, графикалық белгілерді және т.б. осы қиындықтардан басқа, басқалары да атап өтілді: көбінесе оқушылар экрандағы виртуалды мұғалімнің «кеңестерін» қолдану үшін өзін-өзі ұйымдастыра алмады. Жоғарыда айтылған сауалнамада да оқушылардың интернет сілтемелермен жұмысын бақылаған болатынбыз. ,

Оқушылар жауабын қарайтын болсақ қазақ сыныптарынан 38 % , ал орыс сыныптарынан 69 %

10. Вопрос для русских классов! Орыс сыныптарына арналған сұрақ!

По какой ссылке я могу получить точный ответ?

[Дополнительные сведения](#)

● Вариант 1	11
● Вариант 2	1
● Вариант 3	2
● Вариант 4	2

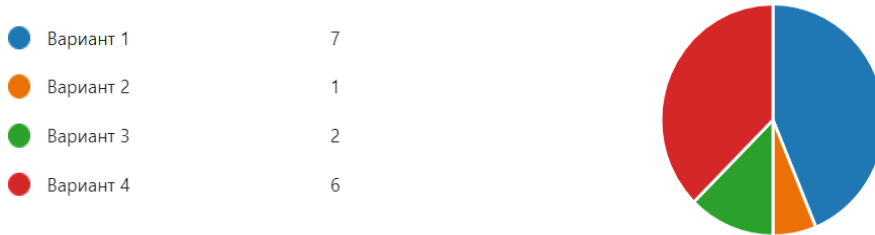


дұрыс сілтемені таба алған. Бұл көрсеткіштерде әліде жұмыс жүргізу керектігін көрсетеді (Сурет 8).

Қазақ сыныптарына арналған сұрақ! Вопрос для казахских классов!

Нақты жауапты қай сілтеме арқылы ала аламын?

[Дополнительные сведения](#)



Сурет - 8 Сауалнама көрсеткіштері

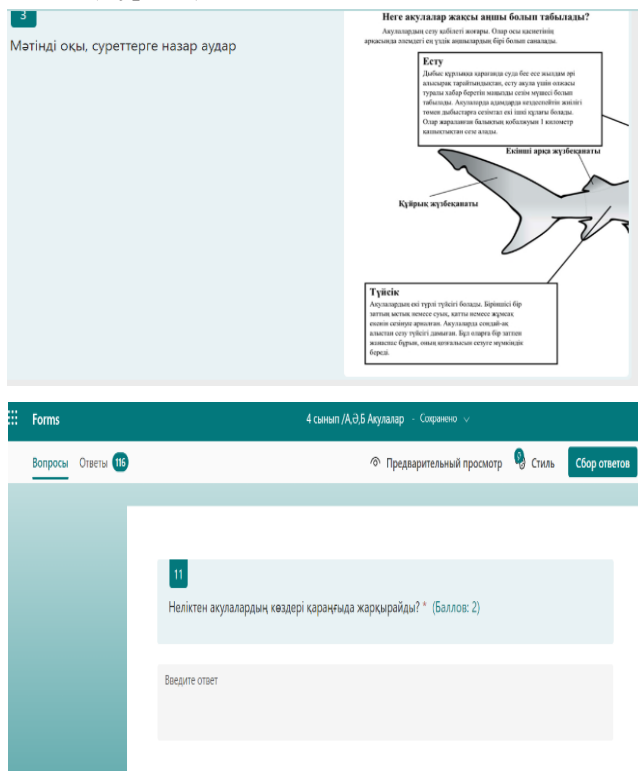
Сауалнама өткізу барысында оқушылардың жауаптарының бәрін нақты қабылдауға болмайды. Оқушылар кез-келген тапсырманы жеке басына әсер етунен қорқады. Сол себепті жауап беру барысында ойларын ашық білдірмей, оқу үлгеріміне әсер етеді деген оймен жауап бергендер де бар.

Біз осы қиындықтарды жеңу үшін жұмыстың бірнеше бағытын белгілейміз. Экраннан мәтінді оқудағы қиындықтарды жеңу бойынша жұмыстың үшінші бағыты-бастауыш сынып оқушыларында цифрлық мәтіндерді оқудың нақты стратегияларын қалыптастыруымыз керек. PIRLS зерттеуіне дайындықта негізгі бағыт оқушылардың оқу сауаттылық деңгейін зерттеу және оны арттыруға жол көрсету. Алайда оқушының бар білімін, қабілетін, тәжірибесін техникалық компьютердің сауатының төмендігінен көрсете алмай қалуына жол беруге болмайды. Қарапайым операциялардың өзі оқушыда күнделікті қолданылып, тәжірибеде орындалмаса ол орындауда қиындықтарға алып келеді. Сол себепті жоғарыдағы қиындықтарды жоюға қолдануға болатын бағдарламалар мен қосымшаларды ұсынамын.

Ең алдымен бәрімізге таныс «Google Forms» және «Outlook Forms». «Google Forms»-бұл Google-дің онлайн-құралы, оның көмегімен сауалнамалар жасауға, дауыс беруге, пікірлер мен пайдаланушылар туралы ақпарат жинауға болады (<https://forms.google.com/>). Google forms-тың келесі артықшылықтары бар:

1. Интуитивті интерфейс, тест құру үшін арнайы білім қажет емес.
2. Түрлі-түсті безендіру. Көптеген әртүрлі тақырыптар бар, сонымен қатар тақырыпты өзіңіз жасай аласыз - жай фотосуретті жүктеп салыңыз, ал Google пішіндері автоматты түрде қолайлы түс гаммасын таңдайды.
3. Қарапайым мәтіндік өрістерден күрделі әртүрлі сұрақтар жасаңыз. YouTube бейнелері мен фотосуреттерін қосуға болады.
4. Тесттер санын, сұрақтарды және алынған жауаптарды құруда ешқандай шектеулер жоқ.
5. Құрылған сынақтарды блогқа немесе сайтқа енгізуге, электрондық пошта арқылы жіберуге, әлеуметтік желілерде жариялауға немесе студенттерге тікелей сабақта сілтеме беруге болады.
6. Әріптестермен бірге мәтінді өңдеу мүмкіндігі бар (Огудина, 2022).

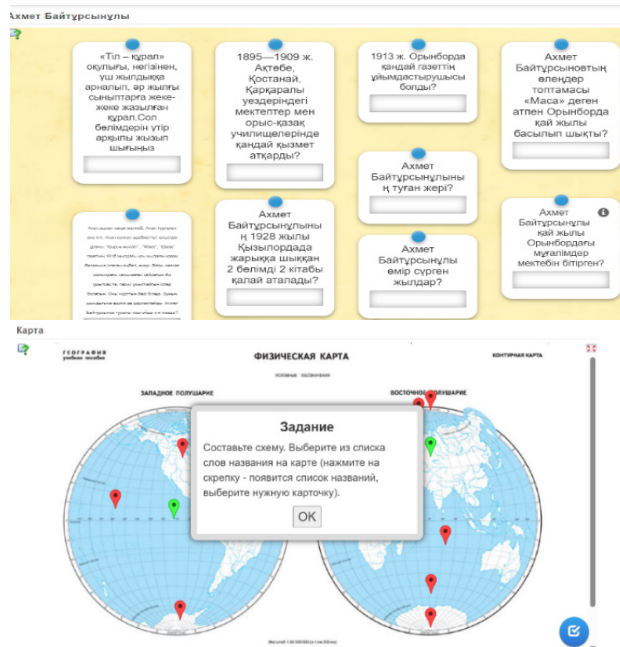
Жауаптар мен ұпайларды автоматты түрде бағалау Microsoft 365 құрамына кіретін онлайн-сауалнамалар құру қызметі. Негізгі функция сауалнамалар құру мүмкіндігі болды. Forms нәтижелерді Microsoft Excel бағдарламасына экспорттауға мүмкіндік берді (forms.office.com). Осы екі онлайн-құралдар арқылы біз оқушыларға мәтіндерді электронды түрде беріп, олардың мәтін бойынша ашық және жабық, бірнеше сұрақтарға жауап беруге үйренуіне мүмкіндік бере аламыз. Оқушылар пернетақтамен жұмыс жасайды, тышқанды қолданады, сұрақтарға жауапты белгілейді. Иллюстрациялық мәтіндерден, ақпарат алады, видео матриалдар көріп жауап береді. Барлық компьютерлік операцияларды қолданып PIRLS зерттеуіне дайындала алады. Сонымен қатар мұғалімдердің оқушылардың дайындық деңгейлерін анықтауға мүмкіндік береді. Балалар жаттығады, мұғалімдер қорытындыларды алып сол бойынша оқушылардың қиындықтарын анықтайды, онымен жұмыс жасайды (Сурет 9).



Сурет - 9 Outlook Forms-та жасалған тапсырма үлгісі

Келесі бағдарлама learningapps.org. Үлкен жаттығулар кітапханасы, көптеген жұмыс форматтары, бейне, аудио және тіпті мәтінді дауыстап қолдануға мүмкіндік береді. Бұл жерде оқушы интерфейсте жұмыс жасауды түрлі форматтағы тапсырмаларды орындауды үйренеді. Оқушыларға электронды мәтіндерді word немесе басқада электронды ресурстар арқылы оқуға беріп, кейін осы бағдарламада тапсырмалар құрастыру арқылы білдері тексеріледі (<https://doi.org/10.21556/>

edutes. 2022.79.2065). Компьютермен жұмыс жасау қабілеттері артады. Графикалық-суретті мәтіндермен жұмыс жасауды үйренеді (Сурет 10).



Сурет - 10 learningapps.org бағдарламасында жасалған тапсырма үлгісі

Оқушылардың видеоматериалдармен жұмыс жасауын жақсарту үшін Edpuzzle қосымшасын қолдануға болады. Аудио және мәтіндік жазбалары, сұрақтары мен тапсырмалары бар бейне фрагменттерін жасауға арналған тегін қызмет. Сіз YouTube, Vimeo, Khanacademy, TED-Ed, Learnzillion және т.б. платформаларынан бейнелерді негізге ала аласыз, сонымен қатар компьютерден жүктей аласыз. Edpuzzle интеграцияланған Google сынып. Бір бейнеге сүйене отырып, сіз ашық сұрақтармен интерактивті викторина жасай аласыз немесе бірнеше жауаптың ішінен бір жауапты таңдай аласыз, бейне сюжетке дауыстық түсініктемелер мен түсініктемелер бере аласыз немесе оны толығымен айта аласыз. Сыныптар құруға және оқушылардың қайсысы бейнені көргенін және ұсынылған тапсырмаларды қалай орындағанын бақылауға мүмкіндік бар (Сурет 11).

The image shows two screenshots of the Edpuzzle platform. The top screenshot displays a video preview titled "Шегіртке мен құмырсқа / Стрекоза и муравей" (The grasshopper and the ant) with a "Copy link" button. To the right, a "MULTIPLE CHOICE QUESTION" is shown with the text "Шегіртке құмырсқаға неге келді" (Why did the grasshopper come to the ant?) and three options: "Қал жағдайын сұрауға" (To ask about the situation), "Кемек сұрап келді" (To ask for help), and "Қонаққа келді" (To visit). The bottom screenshot shows an "OPEN-ENDED QUESTION" with the text "Шегіртке неге мұңайды?" (Why is the grasshopper sad?) and a text input field labeled "Type your answer...". Below the input field are buttons for "Rewatch", "Skip", and "Submit".

Сурет - 11 Edpuzzle қосымшасында жасалған тапсырма үлгісі

Pirls

Добавьте изображение

Сенің көрсеткіштерің жақсы болды, мен саған сенемін

Нұсқаулық
Мәтінді мұрият оқы, талсырмаларға жауапты ойланп жауап бер. Ашық сұрақтарға өз ойыңды жаз.


Жеке ақпараттар

Аты-жөні

Сыныбы

Pirls

1



Өзілхан бала жасынан сурет салуға құмар болды. Төңірекке көз тастап, жападан жалғыз ұзақ отыратын. Табиғат көріністері оның қиялын қозғайтын. Көргендерін әрінеге ұқсатады. Аспанда көшіп бара жатқан бұлт түйелі көруен секілді. Ирелеңдеген қисық бұтақ жылан тәрізді. Тастардың, ағаштардың бедерінен жан-жануарлардың мүсінін таниды.

2

«Қазактан шыққан тұрғыш суретші» мәтіннің сюжеттік құрылымының қай бөлігіне сәйкес келетінін анықта.

- Оқиганың шешімі
- Оқиганың басталуы
- Оқиганың шилеленісуі
- Оқиганың шарықтау шеті

5

Мәтінге өзің қандай ат қояр өдің? Жаз

0 / 1000

Сурет - 12 Online Test Pad бағдарламсында жасалған тапсырма үлгісі

Электронды тест алуға мүмкіндік беретін тағы бір құрал Online Test Pad. Online Test Pad-бұл тесттер, сауалнамалар, кроссвордтар, диалогтық машиналар жасауға арналған көп функциялы ақысыз қызмет. Бұл оқушылардың жан-жақты мәтінмен жұмыс жасауына мүмкіндік береді. Оқушылар тапсырмаларды түрлі формада алады. Тест қорытындысын тез шығаруға, мониторинг жасауға, анализ жасауға өте ыңғайлы бағдарлам (Сурет 12).

Әлеуметтік тұрғыдан алғанда, тілдік әртүрлілік-бұл оқу дағдыларын, яғни қоғам талап ететін және адам бағалайтын тілдік формаларды түсіну және пайдалану

қабілетін жақсарту үшін пайдалануға болатын байлық. Жас оқырмандар әр түрлі формада кездесетін мәтіндерден мағыналар мен білім жасауға қабілетті. Олар оқу, мектептегі және күнделікті өмірдегі оқырмандар қауымдастығына қатысу және жеке ләззат алу үшін оқиды. Оқуды үйрену және оқу процесін басқару білім қажеттілігінен бастап оқуға деген талғамға дейін өмір бойы жүзеге асырылуы керек, бұл тіректердің бірі, кез келген оқытуды алудың кілті болып табылатын түсінік. Түсіну қабілеті мәтіндерді өндеуге мүмкіндік беретін когнитивті және метакогнитивті стратегиялар жиынтығын дербес пайдалану туралы білімді білдіреді. Сондықтан «қоғам мектеп жүйесінен әртүрлі әлеуметтік салаларда өздігінен дами алатын дайындалған оқушыларды талап етеді; және оқуды басқа пәндер өтетін осьтердің бірі ретінде таниды. Осылайша, жақсы оқи білу пәнге жеке, оқу және кәсіби тұрғыдан осы салаға иелік етпейтін басқалармен салыстырғанда үлкен артықшылықтар береді». Мәтіннің мағынасын түсіну оның ақпаратына сөзбе-сөз, логикалық, сыни және қайта құру мағынасында қол жеткізуді, сондай-ақ біздің өмірімізге қатысты алдыңғы білімге байланысты (Буэндиа, 2020). Оқу сауаттылығын тек бір ғана мәтін түсіну деп емес өмір сүру құралы деп қарастыру керек. Оқушыны болашақ өмір сүруге дайындауда мектеп ең басты назарды оқушылардың оқығанын түсінуге оны қолдана білуге бейімдеуі керек. Білім беру барысы оқушыны оқу сауаттылығы мен қоғам талап етіп отырған компьютерлік сауаттылығын арттыруға ден қоюы тиіс. Осы жолда бастауыш сыныптан жұмыстар жүргізілуі тиіс. Уақытында басталған жұмыс жоғары көрсеткіштер көрсетеді.

Қазіргі таңда электронды тест бұл жаңалық емес алайды мыңдаған бағдарламалар ішінен мақсатқа жетуге сай келетін, оқушылардың жас ерекшелігі ескерілетін, қолдануға ыңғайлысын таңдай білу керек. Оқушылардың компьютерлік сауаттылығы әдеттеліп, жаттыққан жағдайда ғана артады. Сол себептен оқушылармен жоғарыдағы электронды ресурстар күнделікті қолдану, оқушылардың сауаттылығын арттыруға үлкен әсерін тигізеді.

ӘДЕБИЕТ

Антипенко О.Е. (2016). Білім берудегі қабылдау мен Компьютерлік баспа мәтінінің тиімділігін таңдау: — *Витебск: журнал Психология, Әлеуметтану және педагогика.* — № 1(52), 2016. — 57–64 бб.

Буэндиа Б.М., Ольгадо Г.Х. Оқыту және білім технологияларының (ТАС) Каталон тілінде оқуды түсіну деңгейін жақсартуға әсері: *білім беру технологиялары журналы.* — (79). — 253–271.

Маллис И.В., Мартин М.О. (Ред.). (2021). жылға арналған PIRLS бағалау шеңбері. Бостон колледжінің, TIMSS & PIRLS халықаралық зерттеу орталығының веб-сайтынан алынды: — <https://timssandpirls.bc.edu/pirls2021/frameworks/>

<https://forms.google.com/>

Оқушылардың оқу сауаттылығын қалыптастыруға арналған әдістемелік құрал. Нұр-Сұлтан: «Назарбаев Зияткерлік мектептері» ДББҰ. — *«Білім беру бағдарламалары орталығы» филиалы,* 2020. — 56 б.

Оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастыру (бастауыш сыныптар). Әдістемелік құрал. — Астана: Ы. Алтынсарин атындағы ұлттық білім академиясы, 2013. — 66 б.

Огудина Я.Ю. (2022). Google нысандары негізінде сынақтарды өткізу мүмкіндіктері / /»Ғылыми форум» XIV Халықаралық ғылыми конференция материалдары. — URL:<ahref= «<https://scienceforum.ru/2022/article/2018029115?ysclid=lttv>

forms.office.com

<https://doi.org/10.21556/edutec.2022.79.2065>

REFERENCES

Antipenko O.E. (2016). Analysis of the effectiveness of perception and computer printed text in education: Vitebsk: journal of Psychology, Sociology and Pedagogy. — No. 1(52). 2016. — Pp. 57–64

Buendia B.M., Olgado G.H. The impact of Learning and Knowledge Technologies (TAC) on improving the level of reading comprehension in Catalan: — *Journal of Educational Technologies*. — (79). — 253–271.

Formation of functional literacy of students (primary grades). Methodical manual. — Astana: I. Altynsarin National Academy of Education, 2013. — 66 p.

Methodological guide for the formation of students' reading literacy. — Nur Sultan: AEO "Nazarbayev Intellectual Schools", branch of the "Center for Educational Programs", 2020. — 56 p

Mallis I.V., Martin M.O. (Ed.). (2021). The PIRLS assessment framework for 2021. Retrieved from the website of Boston College, TIMSS & PIRLS International Research Center: — <https://timssandpirls.bc.edu/pirls2021/frameworks/>

<https://forms.google.com/>

Ogudina Ya.Yu. (2022). The possibilities of conducting tests based on Google forms // Materials of the XIV International Scientific Conference "Scientific Scientific Forum". — URL:<ahref="https://scienceforum.ru/2022/article/2018029115?ysclid=lttv

forms.office.com

<https://doi.org/10.21556/edutec.2022.79.2065>

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 137–148
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.272>
ЭОЖ (УДК) 004.93'12
ҒТАХР (МРНТИ) 81.93.29

© **G. Yesmagambetova**^{1*}, **A. Kubigenova**², **A. Aktayeva**³, **I. Tseren-Onolt**⁴,
M. Esmaganbet³, 2024

¹ Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan;

² Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan;

³ A. Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan;

⁴ Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar, Mongolia.

E-mail: Gal.esm@mail.ru

METHODS OF BIOMETRIC DATA PROTECTION BASED ON QUANTUM COMPUTING

Yesmagambetova Galiya — Senior Lecturer, Department of Information and Communication Technologies, Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan

E-mail: Gal.esm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9868-293X>;

Kubigenova Akku — doctoral student, Doctoral student of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan

E-mail: akku_kubigenova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0342-5253>;

Aktayeva Alimbubi — Ph.D., Department of Information Systems and Informatics, A. Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan

E-mail: aaktaewa@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2693-6785>;

Tseren-Onolt Ishdorj — Ph.D., Professor, Department of Computer Science, Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar, Mongolia

E-mail: tseren-onolt@must.edu.mn, <https://orcid.org/0000-0002-0425-3879>;

Esmaganbet Musatai — Ph.D., Professor, Department of Information Systems and Informatics, A. Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan

E-mail: esmaganbet_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3276-2977>.

Abstract. Globalization and informatization of the education system have become a kind of “crash test”: one way or another, educational organizations have had to mobilize all their technical and human resources to preserve the continuity and quality of the educational process. Ensuring security is the biggest problem that has to be faced when implementing proctoring system methods based on multifactor authentication using quantum and post-quantum personality calculations of students in the educational process management system. This paper examines these problems and proposes a new approach to generating a random quantum cryptographic key using the biometric fingerprints of the sender and recipient.

Keywords: biometrics, quantum computing, quantum cryptography, quantum polarization, hash function, quantum one-time password (OTP), two-factor authentication

© Г. Есмагамбетова^{1*}, А. Кубигенова², А. Актаева³, И. Цэрэн-Онолт⁴,
М. Есмагамбет³, 2024

¹Ш. Уалиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан;

²С. Сейфулин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Нұр-Сұлтан,
Қазақстан;

³А. Мырзахметов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан;

⁴Моңғолия ғылым және технология университеті, Улан-Батор, Моңғолия.

E-mail: Gal.esm@mail.ru

КВАНТТЫҚ ЕСЕПТЕУЛЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН БИОМЕТРИЯЛЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ҚОРҒАУ ӘДІСТЕРІ

Есмагамбетова Галия — Ш. Уалиханов атындағы Көкшетау университетінің Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар кафедрасының аға оқытушысы, Көкшетау, Қазақстан
E-mail: Gal.esm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9868-293X>;

Кубигенова Акку — докторант, С. Сейфулин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: akku_kubigenova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0342-5253>;

Актаева Алимбуби — Ph.D., А. Мырзахметов атындағы Көкшетау университетінің Ақпараттық жүйелер және информатика кафедрасы, Көкшетау, Қазақстан

E-mail: aaktaewa@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2693-6785>;

Цэрэн-Онолт И. — Ph.D., профессор, Информатика кафедрасы, Моңғолия ғылым және технология университеті, Улан-Батор, Моңғолия

E-mail: tseren-onolt@must.edu.mn, <https://orcid.org/0000-0002-0425-3879>;

Есмаганбет Мусатай — ф.-м.ғ. к., профессор, А. Мырзахметов атындағы Көкшетау университетінің Ақпараттық жүйелер және информатика кафедрасы, Көкшетау, Қазақстан

E-mail: esmaganbet_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3276-2977>.

Аннотация. Білім беру жүйесін жаһандандыру және ақпараттандыру “апаттық сынақтың” бір түріне айналды: білім беру ұйымдары білім беру процесінің үздіксіздігі мен сапасын сақтау үшін барлық техникалық және кадрлық ресурстарды жұмылдыруға мәжбүр болды. Қауіпсіздікті қамтамасыз ету — оқу процесін басқару жүйесінде білім Қабылдаушылардың жеке басын кванттық және посткванттық есептеулерді пайдалана отырып, көп факторлы аутентификация негізінде прокторинг жүйесінің әдістерін енгізу кезінде кездесетін ең үлкен проблема. Бұл жұмыс осы мәселелерді қарастырады және Жіберуші мен Қабылдаушының биометриялық саусақ іздерін қолдана отырып, кездейсоқ кванттық криптографиялық кілтті құрудың жаңа әдісін ұсынады.

Түйін сөздер: биометрия, кванттық есептеу, кванттық криптография, кванттық поляризация, хэш функциясы, кванттық бір реттік пароль (ОТР), екі факторлы аутентификация

© Г. Есмагамбетова^{1*}, А. Кубигенова², А. Актаева³, И. Цэрэн-Онолт⁴,
М. Есмагамбет³, 2024

¹Кокшетауский университет им. Ш.Уалиханов, Кокшетау, Казахстан;

² Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина,
Астана, Казахстан;

³Кокшетауский университет им А. Мырзахметов, Кокшетау, Казахстан;

⁴Монгольский университет науки и технологии, Улан-Батор, Монголия.

E-mail: Gal.esm@mail.ru

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Есмагамбетова Г. — старший преподаватель кафедры Информационно-коммуникационных технологий, Кокшетауский университет им. Ш.Уалиханова, Кокшетау, Казахстан

E-mail: Gal.esm@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9868-293X>;

Кубигенова А. — докторант, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина, Астана, Казахстан

E-mail: akku_kubigenova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0342-5253>;

Актаева А. — Ph.D., кафедра Информационных систем и информатики, Кокшетауский университет им. А. Мырзахметов, Кокшетау, Казахстан

E-mail: aaktaewa@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2693-6785>;

Цэрэн-Онолт И. — Ph.D., профессор, кафедра Информатики, Монгольский университет науки и технологии, Улан-Батор, Монголия

E-mail: tseren-onolt@must.edu.mn, <https://orcid.org/0000-0002-0425-3879>;

Есмагамбет М. — к. ф.-м. н., профессор, кафедра Информационных систем и информатики, Кокшетауский университет им. А. Мырзахметов, Кокшетау, Казахстан

E-mail: esmaganbet_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3276-2977>.

Аннотация. Глобализация и информатизация системы образования стали своего рода «краш-тестом»: так или иначе образовательным организациям пришлось мобилизовать все свои технические и кадровые ресурсы для сохранения непрерывности и качества образовательного процесса. Обеспечение безопасности — самая большая проблема, с которой приходится сталкиваться при внедрении методов системы прокторинга на основе многофакторной аутентификации с использованием квантовых и постквантовых вычислений личности обучающихся в системе управления учебным процессом. В этой работе рассматриваются эти проблемы и предлагается новый подход к генерации случайного квантового криптографического ключа с использованием биометрических отпечатков пальцев Отправителя и Получателя.

Ключевые слова: биометрия, квантовые вычисления, квантовая криптография, квантовая поляризация, хэш-функция, квантовый одноразовый пароль (ОТР), двухфакторная аутентификация

Кіріспе

Жаһандану және ақпараттандыру қоғам жаһандық цифрландырудың арқасында әртүрлі білім беру технологияларын жетілдіруге көптеген мүмкіндіктер жасайды. Білім беру жүйесін жаһандық цифрландыру бұл «апаттық сынақтың» бір түріне айналды: білім беру ұйымдары білім беру процесінің үздіксіздігі мен сапасын сақтау үшін барлық техникалық және кадрлық ресурстарды жұмылдыруға мәжбүр болды. Прокторинг — бұл онлайн-емтихандағы немесе тестілеудегі бақылау процедурасы, онда бүкіл процесті әкімші — проктор бақылайды (ағылш. «proctor» - университеттегі емтихандардың бұзушылықсыз өтуін қамтамасыз ететін адам). Ол емтихан тапсырушының жеке басын анықтайды, оның әрекеттерін веб - камера арқылы бақылайды және компьютер мониториясында не болып жатқанын көреді. Бұл технология емтихан алушының жеке басын жоғары ықтималдықпен растауға, оның білімін объективті бағалауға, емтихандағы алдау парақтарын және басқа да амалдарды жоюға мүмкіндік береді. Прокторинг үш негізгі жолмен жүргізіле бастады:

1) проктор-адам-әкімші емтихан барысын веб-камера арқылы бақылайды және бұзушылықтарды қолмен жазады;

2) автопрокторинг-бағдарлама студенттің жеке басын дербес тексереді, оның мінез-құлқын, көзқарасының бағытын бақылайды, бөлмедегі дыбыстарды талдайды, бұзушылықтарды бейнеге тіркейді және есептер дайындайды;

3) адам мен бағдарлама – біріктірілген нұсқа – екі жолмен жүргізілуі мүмкін: а) бүкіл процесс бағдарламаны бақылайды және бұзушылықтар болған жағдайда прокторға сигнал береді; б) әкімші өзі тестіленушілерді онлайн режимінде бақылайды. Соңғы нұсқа ең сенімді болып саналады, өйткені кез-келген бағдарлама сәтсіздікке ұшырауы мүмкін. Сонымен қатар, процесті автоматтандыру арқылы проктор бір уақытта бірнеше студенттен емтихан қабылдай алады және ештеңені назардан тыс қалдырмайды.

Технологияларды ұдайы жетілдіру жағдайында дамудың инновациялық модельдеріне бағдарланған білім беру ұйымдары заманауи технологиялық жаңалықтарды, әсіресе кадрларды даярлаудың жоғары сапасын қамтамасыз етуге, оның ішінде оқыту процесінде қамтамасыз етуге бағытталған жаңалықтарды жедел игеруі қажет. Білім берудегі цифрлық технологиялардың дамуымен прокторинг барған сайын сұранысқа ие болады, осыған байланысты кванттық есептеулер негізінде биометриялық деректерді пайдалана отырып, прокторинг инфрақұрылымының қауіпсіздігін оңтайландыру мүмкіндіктерін зерттеу қажет.

Қауіпсіздікті қамтамасыз ету-оқу процесін басқару жүйесінде білім алушылардың жеке басын кванттық және посткванттық есептеулерді пайдалана отырып, көп факторлы аутентификация негізінде прокторинг жүйесінің әдістерін енгізу кезінде кездесетін ең үлкен проблема.

Материалдар мен әдістер

Біздің жұмысымыз негізінен үш ішкі тапсырмадан тұрады: i) биометриялық үлгіні түрлендіру, ii) биометриялық деректерді қауіпсіз тасымалдау, және iii) крипто-биометриялық жүйе.

Ал биометрия - бет, саусақ іздері, көздің торлы қабығы, алақан ізі, сөйлеу және т.б. сияқты мінез-құлық және физиологиялық ерекшеліктері бар адамдардың жеке басының бірегей өлшемі. (Мальтони және т.б., 2003).

Биометриялық жүйеде қолданылатын биометриялық мәліметтер биометриялық сипаттамалар туралы ақпараттың жайлып кетуіне жол бермеуі керек. Сондай-ақ қайтарылмайтын биометриялық деректерді қайтарып алу мүмкіндігін қамтамасыз ету қажет. Құпия сөзге негізделген аутентификация жүйелерінде немесе таңбалауышқа негізделген аутентификация жүйелерінде парольдер немесе таңбалауыштар бұзылған жағдайда оларды өзгерту оңай. Бірақ биометриялық белгілер ажырамас және мәңгілікке бекітіледі, яғни биометриялық деректер қайтымсыз (Мальтони және т.б., 2003).

Биометриялық деректердің иесі олар бұзылған жағдайда биометриялық деректерді қайтарып ала алмайды. Нәтижесінде биометрика мәңгілікке пайдасыз болып қалады (Улудаг және т.б., 2004). Бұл мәселені шешу үшін қайтарылмайтын биометриялық деректерді қайтарып алу мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін биометриялық үлгіні (Джейн және т.б., 2013; Рата және т.б., 2007) қайтарылмайтын түрлендіру қажет. Сонымен қатар, бұл биометриялық деректердің құпиялылығын қамтамасыз етеді (Хао және т.б., 2006), сондықтан түрлендірілген үлгі бастапқы үлгі туралы ешқандай ақпаратты жайлып кетпейді. Сонымен қатар, биометриялық деректерді қашықтан пайдалану үшін қорғалмаған байланыс арналары арқылы жіберу керек.

Биометриялық жүйелер құпиялылықты, қауіпсіздікті және биометриялық деректерді қайтарып алу мүмкіндігін қамтамасыз ету үшін биометриялық үлгіні түрлендіруді қажет етеді. Кванттық есептеулерді қолдана отырып, биометриялық деректерді қауіпсіз беру үшін деректерді жасырудың әртүрлі әдістері қолданылады. Саусақ ізі нүктелері кванттық есептеулерді қолдана отырып, беттің немесе синтетикалық саусақ ізінің ішінде жасырылады және қорғалмаған байланыс арнасы арқылы басқа пайдаланушыға жіберіледі. Сол сияқты, саусақ ізі кванттық есептеулерде басқа биометриялық деректерді (мысалы, беттерді) жасыру үшін мұқаба ретінде пайдаланылады және биометриялық деректерді қауіпсіз тасымалдау үшін тасымалдаушы кескін ретінде пайдаланылады. Деректерді жасыру тұжырымдамасында нақты биометрияны мұқаба ретінде пайдалану қауіпті екенін ескеріңіз, өйткені ол Жіберушінің алушыға биометриялық тұлғасын ашады. Кодталған биометрика кездейсоқ мұқабаның дискретті косинус түрлендіруінің (DCT) коэффициент белгісін пайдаланып биттік түрде енгізіледі.

Соңғы уақытта биометрия криптографиямен біріктірілген, гибриді криптобиометриялық жүйе (Хао және т.б., 2006). Демек, кілттерді құру процесіне қатысатын биометриялық деректердің құпиялылығы мен қауіпсіздігіне нұқсан келтірмей, екі түрлі пайдаланушының биометриялық деректері негізінде қайтарылатын және қайтарылмайтын криптографиялық кілтті жасау қажеттілігі туындайды.

Криптографиялық кілттерді шығарумен (Нандакумар және т.б., 2007) немесе криптографиялық кілттерді генерациялаумен (Улудаг және т.б., 2004; Датта және т.б., 2008) байланысты биометрияны криптографиямен біріктіру көптеген аспектілерде перспективті болып табылады.

Биометрия иесімен тікелей байланысты болғандықтан, бұл криптографиялық кілтті есте сақтау мәселесін жояды және пайдаланушылардың бас тартпайтындығын растайды. Алайда, криптобиометриялық жүйенің кейбір проблемалары бар. Кез келген биометриялық жүйе биометриялық деректердің құпиялылығы мен қауіпсіздігін растайтын биометриялық үлгілерді қорғауды қамтамасыз етуі керек

(Джейн және т.б., 2013).

Бұлыңғыр кванттық есептеулерге *негізделген қауіпсіздікті талдау*. Бұл бөлімде қауіпсіздіктің екі аспектісі қарастырылады және талданады: бір жағынан, жасырындық пен байланысты қанағаттандыру үшін анық емес кванттық есептеу талданады; екінші жағынан, бір реттік кванттық кілттерге (ОТР) негізделген биометриялық аутентификацияның қауіпсіздігі талданады.

Кванттық бұлыңғыр уәделердің қауіпсіздігі. Біріншіден, біз жасырындықты талдаймыз. Қабылдаушы беретін міндеттеме фазасында міндеттемелерді ұсынады $Q_{H_S}(|k_j\rangle), \Delta_S$, онда Δ_S және мәні хэш-функциялар $Q_{H_S}(|k_j\rangle)$, екеуі де тиісінше қамтитын бөлігі ақпарат $Q_{H_S}(|k_j\rangle)$, ал әділетсіз Жіберуші алушы фазаны ашқанға дейін міндеттеме туралы ақпарат алу үмітімен алдауға тырысады $|k_j\rangle$.

Ол туралы ақпарат алады, коммиттере екі тәсілмен: (1) бір амалын тап болжамды мәні $|\varphi_j\rangle_L$ негізінде $\Delta_S(|k_j\rangle)$ және кодсыздандыру оны алу үшін $|k_j\rangle$ (2) иском мәні соқтығысу хэш-функциялар $Q_{H_S}(|k_j\rangle)$, және іздеу мәні соқтығысу қанағаттандыратын талабы

$$Q_{H_S}(|k_j\rangle) = Q_{H_S}(|\tilde{k}_j\rangle) \quad (1)$$

Біріншіден, бірінші жағдай талданады: өйткені код құрылымы туралы ақпараттың бір бөлігін қамтиды $|\varphi_j\rangle_L$ Жіберуші кванттық кодты декодтау әдісін қолдана отырып, міндеттемелер туралы ақпарат алуға тырысады. Δ_S - бұл n кванттық биттермен бірдей жасырын сөз $|\varphi_j\rangle_L$, және оның жалпы саны ше $|1\rangle$ t қателерді түзету мүмкіндіктерді арттырады.

Егер Жіберуші кодты осыған сәйкес декодтайтын болса, онда дұрыс код сөзін $|\varphi_j\rangle_L$ алу мүмкін емес, өйткені ол кванттық кодтың қателерді түзету мүмкіндіктерінен асып түседі. Аутентификация жүйесі қателерді түзетудің кванттық кодтары процесіне ұқсас процесте $\Delta_S = D_S(|\phi\rangle, |\varphi_j\rangle_L)$ есептейді. Бұл процесс кванттық қателерді түзету коды ұшыраған қате операторының әрекетіне ұқсас және нәтиже болып табылады. Ішкі кеңістіктерге бейнелеу кезінде сөздің жалпы мағынасында оңтайлы декодтау бар, яғни қателерді түзетумен субдекодтау стратегиясына сәйкес ең ықтимал қатені іздеу, қате код сөзінің ең жақын заңды код сөзін іздеу, яғни максималды ықтималдылық принципі бойынша кванттық декодтау. декодтау.

Максималды ықтималдылықтың таңдалмаған кванттық декодтауының және максималды ықтималдылықтың қарапайым кванттық декодтауының егжей-тегжейлі дәлелі әдебиетте келтірілген (Улудаг және т.б., 2004; Янг & Вербаухеде, 2005).

Максималды ықтималдылықты декодтау және жеңілдетілген кванттық декодтау бірдей NP есептері болып табылады және мұндай есептерді Фурье үлгісін кванттық талдау жағдайында да тиімді шешу мүмкін емес, яғни кванттық кодты Фурье үлгісін кванттық талдау жағдайында да тиімді шешу мүмкін емес дегенді білдіреді, яғни бұл кванттық машиналар Тьюринг алгоритмге алгоритмдік шабуылды тиімді орындай алмайды.

Осылайша, алушы анық емес дәлел келтірмейінше, яғни аутопсия кезеңіне дейін Жіберуші ақпаратты сәтті бұрмалай алмайды. Әрі қарай, біз шабуылдың екінші сценарийін талдаймыз хэш-функциясының соқтығысу мәнін іздеу $Q_{H\#}(|k_j|)$. Реті кванттық бит, кездейсоқ таңдалған пайдаланушы тіркеу кезеңінде $|k_j|$ бірі болып табылады 2^k - өлшемді Гильберттік шарттары кеңістікте және Жіберуші $Q_{H\#}(|k_j|)$ хэш-мәнін хэш-функциясын іздейді, бұл баламалы іздеу хэш- мәні $Q_{H\#}(|k_j|)$, және күрделі іздеу тікелей байланысты маңызы бар айнымалы k , ол әдетте қолайлы таңдалады.

Жалпы алғанда, сәйкес k мәні және келесі байланыстыру талдауында қарастырылатын және биометриялық аутентификация қауіпсіздігін талдаудағы кванттық хэш алгоритмі процесімен біріктірілетін қажетті қауіпсіздік талаптарына қол жеткізу үшін кванттық реттілікпен құрылған 2^k өлшемді Гильберт кеңістігі жеткілікті үлкен болатындай етіп таңдалады.

Байланысты сапалық талдау, фазасындағы ашу міндеттемелерді, егер әділетсіз Қабылдаушы алдауды күтсе, басқа сөзбен айтқанда, фаза ашылу кезеңі Жіберушіге бастапқы міндеттемеден өзгеше нәрсені білдіреді алдауды күтеді, яғни ашылу кезеңінде Жіберушіге басқа бит ұсынады, содан кейін алушы хэш-соқтығысуларын іздеуі керек, яғни $Q_{H\#}(|k_j|)$ хэш мәнімен сәйкес келетін хэш мәні бар соқтығысулар $Q_{H\#}(|k_j|)$ (, бірақ $\varphi_j|_L$ кодтық сөзден (сәйкес кодты сөз $|k_j|$) ерекшеленеді. Ең бастысы, соқтығысу-дәлелдеу жұбын құру қажет ($\Delta'_\#, \Delta''_\#$) мұндағы $\Delta''_\#$ - адал міндеттеменің дәлелі, ал $\Delta''_\#$ - сәтті алдануы мүмкін міндеттеменің дәлелі, бірақ $D_\#(\Delta'_\#, \Delta''_\#)$ және $D_\#(\Delta'_\#, \Delta''_\#)$ әр түрлі жерлерде кездеседі, бұл бір-бірінің орнына міндеттемелердің бұлыңғыр дәлелі ретінде пайдаланылмайтындығының дәлелі ретінде қарастырылады, өйткені болжам бойынша, бұл бір-бірімен алмастырылуы мүмкін, ал алаяқтық міндеттеменің дәлелі, өз кезегінде, алаяқтық міндеттеменің кодтық сөзін алу үшін декодтауды қамтамасыз ете алады $|\varphi_j|_L$, сонымен бірге ол декодталады, содан кейін хэштеледі. Декодтау мен хэштеуден кейін алынған нәтиже $Q_{H\#}(|k_j|)$, бұл шартты орындау мүмкін емес. Бұл шартты орындау мүмкін емес. Осылайша, бұл әдіс алушының сәтті қолдан жасалмауын қамтамасыз етеді, яғни хаттама міндетті болып табылады.

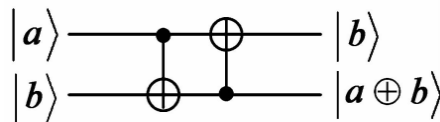
Биометриялық аутентификация қауіпсіздігі. Кванттық бұлыңғыр уәделердің қауіпсіздігімен салыстырғанда, кванттық бұлыңғыр уәделерге негізделген қоңырау және жауап биоаутентификациясының қауіпсіздігі басқа фокусқа ие.

Бірінші жағдайда, басты назар Жіберуші мен міндеттемелерді алушы арасындағы жасырындық пен байланыстың қауіпсіздігіне, ал екіншісінде келушінің тіркеу ақпаратын сақтау (немесе беру) қауіпсіздігіне және келушінің аутентификациясын алу кезінде аутентификация жүйесінің қауіпсіздігіне аударылады, осылайша шабуылдаушы өзін заңды пайдаланушы ретінде көрсетпейді және ауыстыру арқылы жүйеге басып кірмейді.

Біріншіден, біз тіркеу ақпаратын сақтау қауіпсіздігін талдаймыз. Пайдаланушыны тіркеу кезеңінде жүйе хэш мәнін жасайды $Q_{H\#}(|k_j|)$ және жалпыланған белгісіз қашықтық , және оларды орталық дерекқорда сақтайды, сондықтан шабуылдаушы, $\{Q_{H\#}(|k_j|)\Delta_\#\}$, деректерін алса да, олардан кез келген

сенімді ақпаратты шеше алмайды

$Q_{H\#}(|k_j\rangle)$ деректерінің қауіпсіздігіне келетін болсақ, оны кванттық хэш алгоритмі тұрғысынан талқылайық: классикалық хэш алгоритмі сияқты, негізгі талап бір бағытты функцияның қасиеті болып табылады. Кванттық есептеу ортасында кванттық өлшемдер кванттық күйдің күйреуіне әкелуі мүмкін және бұл қайтымсыз процесс, алайда ол кванттық хэш функциясын құруға жарамайды. Кванттық өлшемдер көбінесе проекция үшін кванттық биттерге ортогональды болғандықтан, пайда болатын коллапс сөзсіз кванттық ақпараттың жоғалуына әкеледі және бұл ақпараттың жоғалуын болжау мүмкін емес, әртүрлі бастапқы кванттық күйлердің үлкен саны болады, бір соңғы күйге құлағаннан кейін, бұл біз көргіміз келмейтін хэш соқтығысуы деп аталады. Сондықтан, классикалық хэш алгоритмдерін құру сияқты $H: \{0,1\}^n \rightarrow \{0,1\}^m$, картаға түсіру қатынасын құруға негізделген симметриялы криптографиялық алгоритмдердің үлкен класы бар, сондықтан $n = m$ (жалпы жағдайда қысу дисплейі, яғни $n > m$), соқтығысуды болдырмау үшін мүмкіндігінше болдырмауға болады. Біз кванттық хэш алгоритмін келесідей құрамыз және оны хэш мәндерін сақтау қауіпсіздігін талдау үшін қолданамыз: 1-суретте көрсетілгендей құрамыз (Semi-Swap).



Сурет 1 - Кванттық хэш алгоритм

Мұндағы $i = 1, 2, \dots, \lfloor k/2 \rfloor, |a\rangle, |b\rangle \in \{|0\rangle, |1\rangle\}$ $G[\cdot]$ қолданып түрлендіру жасайды, оның реттілігі кванттық бит $|k_j\rangle$ орындау үшін обфускация және диффузия алу үшін жаңа дәйектілігі k кванттық бит $G[|k_j\rangle] = |k_j\rangle^{\otimes k}$; содан кейін келесі $\{P_{uv}\} = \{X_{00}, X_{01}, Y_{10}, Z_{11}\}$ операторларының жинағын жасайды, мұнда жол-жол индексі $uv \in GF(22)$, I - оператор баламалылығын, ал X, Y және Z - Паули операторлары. Содан кейін келесі операторлар жиынтығын жасаңыз. $GF(22)$ кеңейтілген аймағына кезекпен $|k_j\rangle$ тізбегін көрсететін кезектілік кілт ретінде пайдаланылады және сәйкес оператор $\{P_{uv}\}$ операторлар жиынтығынан кілтке сәйкес таңдалады және түрлендіруі $G[|k_j\rangle]$ қолданылады:

$$\mathcal{E}\{\xi, G[|k_j\rangle]\} = (P_{uv}\{|k_j\rangle\})^{\otimes k} \quad (2)$$

Өзгертін жоғарыда аталған барлық процестер түрлендіру, яғни алу үшін кванттық хэш-мәндері $Q_{H\#}(|k_j\rangle) = P_{uv}\{|k_j\rangle\}^{\otimes k}$. Бүкіл процесс хэштеу - бұл ең алдымен, жүйелілігі $|k_j\rangle$ жүзеге асырған үшін обфускация диффузия, содан кейін реті $|k_j\rangle$ анықтау үшін пайдаланылады кілтті таңдау үшін $\{P_{uv}\}$, тиісінше, бит операторын жою үшін $|k_j\rangle^{\otimes k}$. тең ұзындықтағы шифрлауға қол жеткізеді. Кілт пайдаланылады ең реттілігін $|k_j\rangle$ үшін зиянкес, тіпті егер алгоритмі жария шарт болып табылады, бірақ кілті жоқ белгілі ретпен $|k_j\rangle$ шешім, жүйелілігі $|k_j\rangle$ кездейсоқ құрастырып, әр кезеңде тіркеу, процес қауіпсіздігін шифрлау ұқсас

класикалық ортада бір рет құпия пароль сондықтан соңғы хэш-мәні сақтау қауіпсіз.

Енді біз жалпыланған анық емес қашықтықтың деректерінің қауіпсіздігін талдаймыз. $\Delta_{\mathbf{a}}$, тіркеу кезеңінде аутентификация жүйесі есептейді $\Delta_{\mathbf{a}} = D_{\mathbf{a}}(|\phi\rangle, |\varphi_j\rangle_L)$, саусақ ізі үлгісінің әсері $|\phi\rangle$ арна қатесінің векторы ретінде қарастырылуы мүмкін (шу), код сөзінің рөлі, $|\varphi_j\rangle_L$, Шу арқылы код сөзіне тең болатын жалпыланған, анық емес қашықтықтың $\Delta_{\mathbf{a}}$ нәтижесі.

Шу арнасынан кейінгі код сөзіне тең болатын жалпыланған, анық емес қашықтықтың $\Delta_{\mathbf{a}}$ нәтижесі. Өйткені салмағы үлгідегі саусақ іздерін $|\phi\rangle$ артық қабілеті қателерді түзету t коды $|k_j\rangle$ арналған $|\varphi_j\rangle_L$, егер шабуылдаушы дұрыс декодтай алмаса $|k_j\rangle$, декодтау алгоритмі жалпыға қол жетімді болады. Бұл қауіпсіздік жоғарыда аталған кванттық қателерді түзету кодын декодтаудың NP тапсырмасына негізделген, ол мұнда қайталанбайды.

Әрі қарай, біз аутентификация процесінде заңды пайдаланушылар ретінде көрінетін және алдау арқылы жүйеге енетін зиянкестердің мәселесін талдаймыз. Бұл қауіпсіздік проблемасы жоғарыда талқыланған $\Delta_{\mathbf{a}}$ деректер қауіпсіздігінің мәселесін талдаумен тығыз байланысты: заңды пайдаланушы аутентификация үшін саусақ ізінің үлгілерін ұсынады $|\phi'\rangle$, олар тіркеу кезінде үлгілермен бір деректемелерден алынуы керек, бірақ шамалы айырмашылықтарға ие болуы мүмкін (бұл анық емес міндеттеменің мәні), ал аутентификация сатысындағы жүйе есептейді. $\Delta_{\mathbf{a}} = D_{\mathbf{a}}(\Delta_{\mathbf{a}}, |\phi'\rangle)$, өйткені $|\phi\rangle$ және $|\phi'\rangle$ бір заңды пайдаланушының саусақ іздерінің үлгілері болып табылады, шамалы айырмашылықтарға ие, бірақ бұлыңғыр шекті шектерде, Δ' е, жүйемен есептелген, код сөзіне баламалы, $|\varphi_j\rangle_L \setminus$, онда t биттері аз қате операторының әсеріне ұшырайды, сондықтан оны алу үшін дұрыс декодтауға болады $|k_j\rangle$.

Алайда, егер шабуылдаушы аутентификация үшін саусақ іздерінің үлгілерін ұсынса $|\varphi''\rangle$ және $|\phi\rangle$, олар міндетті түрде бір-бірінен ерекшеленеді және белгісіз шекті деңгейден асады (бұл анық емес міндеттеменің мәні), жүйе орындайды $\Delta_{\mathbf{a}}'' = D_{\mathbf{a}}(\Delta_{\mathbf{a}}, |\varphi''\rangle)$, содан кейін оларды декодтайды және қате тізбектердің салмағы, $\Delta_{\mathbf{a}}''$ әсер ететін қате тізбектің салмағы t -ден үлкен болғандықтан, оны алу үшін сәтті декодтау мүмкін емес. $|k_j\rangle$, ал шабуылдаушы шабуылды сәтті жүзеге асыра алмайды.

Қорытынды

Криптографиялық кілтті құру және оған қызмет көрсету дәстүрлі криптографияның екі маңызды мәселесі болып табылады. Криптографиялық кілт оны болжау қиын болатындай етіп жасалуы керек, содан кейін оны пайдаланушылардың үстеме шығындарынсыз басқару керек.

Бұл жұмыс осы мәселелерді қарастырады және Жіберуші мен алушының биометриялық саусақ іздерін қолдана отырып, кездейсоқ кванттық криптографиялық кілтті құрудың жаңа әдісін ұсынады.

Біздің жұмысымызда саусақ ізі деректерінің құпиялылығы мен қауіпсіздігі шаблон арқылы қамтамасыз етіледі. Сонымен қатар, біз кілтті қайтарып алуға болатын хаттаманы ұсынамыз, бұл биометриялық белгінің қайтарылмайтын қасиетінің шектелуін жояды. Ең бастысы, кілтті байланысқа дейін сақтаудың

қажеті жоқ.

Шындығында, хаттама әртүрлі сеанстарда әртүрлі кілттерді жасауға мүмкіндік беру арқылы қауіпсіздікті арттырады. Ұсынылған криптобиометриялық жүйе көптеген шабуылдарға төзімді, мысалы, белгілі кілт шабуылдары, қайта ойнату шабуылы, ортадағы адам шабуылдары және т.б. Прокторинг студенттердің оқу жетістіктерін диагностикалау нәтижелерінің сенімділігі мен сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Прокторлар, аудиториядағы емтихан үйлестірушілері сияқты, қатысушылар онлайн емтихандарды тапсыру кезінде ережелерді сақтауы үшін процесті бақылайды (тапсырмаларды өз бетінше орындайды және сыртқы материалдар мен қосымша ресурстарды пайдаланбайды). Осылайша, біз ұсынған тәсіл тиімді шешімдерді ұсынады, онда біз хабарламаны қорғалмаған желілік арна арқылы жіберу кезінде сеанстық криптографиялық кілт қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

Алдын ала шифрлау стандартты Aes (AES). (2001). Федералдық ақпаратты өңдеу стандарттарының басылымы 197. Америка құрама штаттарының Ұлттық стандарттар және технологиялар институты (NIST). — <https://doi.org/10.6028/NIST.FIPS.197>

Бодо А. (1994). Биометриялық ерекшелігі бар цифрлық қолтаңбаны алу әдісі. — Неміс патенті DE 424390A1

Болле Дж., Коннелл С., Панканти Н., Рата А. (2003). Биометрия бойынша аға гид. — Спрингер-Верлаг, Нью-Йорк.

Гаддам С., Лал М. (2010). Криптография үшін тиімді жойылатын биометриялық кілттерді генерациялау схемасы. *Int. J. — Netw. Secur.* — 11(2). — 57-65.

Датта С., Кар А., Чаттерджи Б. (2008). Биометриялық және криптографияны қолданатын желілік қауіпсіздік. Springer Berlin Heidelberg. Солтүстік Каролина. Маханги, Proc. Adv. Intell тұжырымдамалары. қарсы.сист. — LNCS 5259. — 38–44 бб.

Джагадисан А., Дурайсвами К. (2010). Мультимодальды биометрикадан криптографиялық кілттерді генерациялауды қамтамасыз етті: саусақ ізі мен иристің мүмкіндік деңгейіндегі синтезі. *Int. J. Comput. Sci. Inform. Secur.* — 7(2). — 28–3. — <https://doi.org/10.48550/arXiv.1003.1458>

Джагадисан А., Тиллаикараси Т., Дурайсвами К. (2010). Бірнеше биометриялық әдістерден криптографиялық кілттерді жасау: ұсақ бөлшектерді ирис функциясымен біріктіру. *Int. J. Comput. Sci. Inform.* — Secur 2(6). — 1–26 бб.

Джейн А., Нандакумар К., Нагар А. (2013). Биометрикадағы қауіпсіздік және құпиялылық саласында. Саусақ ізі үлгісін қорғау: теориядан практикаға дейін. Springer London, 187-214 б. - DOI:10.1007/978-1-4471-5230-9_8

Канаде С., Камера Д., Кричен Э., Петровска-Делакретаз Д., Дорицци Б. (2008). Ирис көмегімен биометриялық негіздегі криптографиялық кілттерді қалпына келтірудің үш факторлы схемасы. 6–шы биометрия симпозиумының материалдарында (BSYM). — Тампа, Флорида. — АҚШ. — 59–64 бб.

Канаде С., Петровска-Делакретаз Д., Дорицци Б. (2010). Қауіпсіз криптографиялық қосымшалар үшін биометрикаға негізделген сеанс кілттерін құру және бөлісу. Биометрия бойынша IEEE төртінші халықаралық конференциясының материалдарында: теорияның қолданылуы мен жүйелері (BTAS). — Вашингтон, Колумбия округі. — 1–7 бб.

Клейн Д.В.. (1990). Крекерді Бұзады: 2-III USENIX Қауіпсіздік шеберханасының (Портленд) материалдарындағы пароль қауіпсіздігін зерттеу және жақсарту. Крекерді бұзу: пароль қауіпсіздігін зерттеу және жақсарту. — 5–14 бб. — <https://doi.org/10.1.1.11.6491&rep=rep1&type=pdf>

Мальтони Д., Майо Д., Джейн А., Прабхакардың С. (2003). Саусақ іздерін тану жөніндегі анықтамалығы. — Спрингер-Верлаг, Нью-Йорк. — DOI:10.1007/b97303

Митник К., Саймон В., Возняк С. (2002). Алдау өнері: Адам қауіпсіздігінің элементін басқару. — Уайли, Нью-Йорк

Монроуз Ф., Рейтер М.К., Ли К., Ветцель С. (2001). IEEE Қауіпсіздік және құпиялылық симпозиумының материалдарында. дауыстан криптографиялық кілттерді генерациялау. IEEE Computer Society Washington. — DC USA. — 202–213 б.

Нандакумар К., Джейн А., Панканти С. (2007). Саусақ ізіне негізделген бұлыңғыр қойма: Енгізу

және орындау. IEEE Trans. Inf. Forensics Secur. 2(4), 744-757.

Рата Н., Чиккерур С., Коннелл Д.Ж.Х., Болле Р.М. (2007). Жойылатын саусақ ізі үлгілерін жасайды. IEEE Trans. Pattern Anal. — Mach. Intell. — 29(4). — 561–572.

Рата Н.К., Коннелл Д.Ж., Болле Р. (2001). Биометриялық Аутентификация жүйесіндегі қауіпсіздік пен құпиялылықты жақсарту. — IBM жүйесі. Дж. — 40(3). — 614–634.

Росс А., Джаин А. (2003). Биометрикадағы ақпараттық синтезі. Үлгіні тану. —Lett. 24. —2115–2125.

Сталлингс В. (2010). Криптография және Желілік Қауіпсіздік: Принциптері мен Практикасы. — Прентис Холл.

Улудаг У., Панканти С., Прабхакар С., Джейн А. (2004). Биометриялық криптожүйелері: Мәселелері мен қиындықтары. Proc. — IEEE. — 92(6). — 948–960.

Фэн Х., СС. (2002). Онлайн қолжазба қолтаңбаларынан Wah Жеке кілт генерациясы. Inform Manag. Comput. Secur. —10(4). — 159–164.

Хао Ф., Андерсон Р., Даугман Дж. (2006). Криптографияны биометрикамен тиімді үйлестіреді. IEEE Trans. Comput — 55(9). — 1081–1088.

Чарльз Н., Кияваш Д. (2003). АСМ SIGMM биометрия әдістері мен қолдану бойынша семинарының материалдарында. Lin, smartcard негізіндегі саусақ ізінін қауіпсіз аутентификациясы. — АСМ Нью-Йорк, АҚШ. — 45–52 бб. — <https://doi.org/10.1145/982507.982516>

Чен Б., Чандран В. (2007). Сандық кескінді есептеу әдістері мен қолданбалары бойынша австралиялық үлгіні тану қоғамының. 9-шы екіжылдық конференциясының материалдарында. беттерден биометриялық негіздегі криптографиялық кілттерді генерациялау. — Glenelg Australia. — 394–401 б.

Янг С., Вербаухеде И. (2005). Сот процесінде (ICASSP'05) акустика, сөйлеу сигналдарды өңдеу бойынша IEEE Халықаралық конференциясы. — Том. 5. Бұлыңғыр қойма схемасына негізделген саусақ іздерін автоматты түрде қауіпсіз тексеру жүйесі. IEEE Philadelphia, Pennsylvania. — USA. — Pp. в/609–в/612.

REFERENCES

Advance Encryption Standard AES. (2001). Federal Information Processing Standards Publication 197. (United States National Institute of Standards and Technology (NIST). — <https://doi.org/10.6028/NIST.FIPS.197>

Bodo A. (1994). Method for Producing a Digital Signature with Aid of Biometric Feature. — German Patent DE 4243908A1.

Bolle J.H. R.M., Connell S., Pankanti N.K., Ratha A.W. (2003). Senior Guide to Biometrics. (Springer-Verlag. — New York. — <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-4036-3>

Charles N.C.T., Kiyavash D.J. (2003). in Proceedings of the 2003 ACM SIGMM workshop on Biometrics methods and applications. Lin, Secure smartcard based fingerprint authentication. — ACM New York, NY, USA. — Pp. 45–52. — <https://doi.org/10.1145/982507.982516>

Chen B., Chandran V. (2007). in Proceedings of 9th Biennial Conference of the Australian Pattern Recognition Society on Digital Image Computing Techniques and Applications. Biometric Based Cryptographic Key Generation from Faces (Glenelg Australia. — Pp. 394–401. — DOI:10.1109/DICTA.2007.4426824

Dutta S., Kar A., Chatterji B.N., Mahanti N.C. (2008). in Proc. Adv. Concepts Intell. Vis.Syst. — LNCS 5259. — Network Security Biometric And Cryptography (Springer Berlin Heidelberg. —Pp. 38–44. — DOI:10.1007/978-3-540-88458-3_4

Feng H., Wah C.C. (2002). Private key generation from on-line handwritten signatures. Inform Manag. Comput. Secur. — 10(4). —159–164. — DOI:10.1108/09685220210436949

Gaddam SVK., Lal M. (2010). Efficient Cancellable Biometric Key Generation Scheme for Cryptography. Int. J. Netw. Secur. 11(2), 57-65.

Hao F., Anderson R., Daugman J. (2006). Combining Crypto with Biometrics Effectively. IEEE Trans. Comput. 55(9), 1081-1088. - DOI: 10.1109/TC.2006.138

Jagadeesan A., Duraiswamy K. (2010). Secured Cryptographic Key Generation from Multimodal Biometrics: Feature Level Fusion of Fingerprint and Iris. Int. J. Comput. Sci. Inform. Secur. — 7(2). — 28–37. — <https://doi.org/10.48550/arXiv.1003.1458>

Jagadeesan A., Thillaikkarasi T., Duraiswamy K. (2010). Cryptographic Key Generation from Multiple Biometrics Modalities: Fusing Minutiae with Iris Feature. Int. J. Comput. Appl. — 2(6). — 16–26.

- Jain A.K., Nandakumar K., Nagar A. (2013). in Security and privacy in biometrics. Fingerprint Template Protection: From Theory to Practice (Springer London. — Pp. 187–214. — DOI:10.1007/978-1-4471-5230-9_8
- Kanade S., Camara D., Krichen E., Petrovska-Delacretaz D., Dorizzi B. (2008) in Proceedings of 6th Biometrics Symposium (BSYM 2008). Three Factor Scheme for Biometric-Based Cryptographic Key Regeneration Using Iris. Tampa, Florida. — USA. — Pp. 59–64. — DOI:10.1109/BSYM.2008.4655523
- Kanade S., Petrovska-Delacretaz D., Dorizzi B. (2010). in Proceedings of Fourth IEEE International Conference on Biometrics: Theory Applications and Systems (BTAS), Washington. — DC, USA, 2010. Generating and sharing biometrics based session keys for secure cryptographic applications. — Pp. 1–7. — DOI:10.1109/BTAS.2010.5634545
- Klein D.V. (1990). Foiling the Cracker”: A Survey of, and Improvements to, Password Security, in Proceedings of the 2nd USENIX Security Workshop (Portland). — Foiling the cracker: A survey of, and improvements to, password security. —Pp. 5–14. — <https://doi.org/10.1.1.11.6491&rep=rep1&type=pdf>
- Maltoni D., Maio D., Jain A.K., Prabhakar S. (2003). Handbook of Fingerprint Recognition. Springer. — Verlag, New York. — DOI:10.1007/b97303
- Mitnick K., Simon W., Wozniak S. (2002). The Art of Deception: Controlling the Human Element of Security. Wiley, New York, - ISBN: 978-0-471-23712-9
- Monrose F., Reiter M.K., Li Q., Wetzel S. (2001) in Proceedings of IEEE Symposium on Security and Privacy. Cryptographic key generation from voice. — IEEE Computer Society Washington. — DC USA. — Pp. 202–213. — DOI:10.1109/SECPRI.2001.924299
- Nandakumar K., Jain A., Pankanti S. (2007). Fingerprint-based fuzzy vault: Implementation and performance. — IEEE Trans. Inf. Forensics Secur. — 2(4). —744–757. — DOI:10.1109/TIFS.2007.908165
- Ratha N.K, Connell J.H, Bolle R. (2001). Enhancing Security and Privacy in Biometric-Based Authentication System. — IBM Syst. J. — 40(3). — 614–634. — DOI:10.1147/sj.403.0614
- Ratha N.K., Chikkerur S., Connell J.H., Bolle R.M. (2007). Generating Cancellable Fingerprint Templates. — IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. —29(4). — 561–572. — DOI:10.1109/TPAMI.2007.1004
- Ross A., Jain A.K. (2003). Information fusion in biometrics. Pattern Recognit. — Lett. 24. — 2115–2125. — DOI:10.1007/3-540-45344-X_52
- Stallings W. (2010). Cryptography and Network Security: Principles and Practice. — Prentice Hall. — ISBN 13: 978-0-13-609704-4
- Uludag U., Pankanti S., Prabhakar S., Jain A.K. (2004). Biometric Cryptosystems: Issues and Challenges. Proc. IEEE. — 92(6). — 948–960. — DOI: 10.1109/JPROC.2004.827372
- Yang S., Verbauwhede I. (2005). in Proceedings (ICASSP’05). IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing. — Vol. 5. Automatic secure fingerprint verification system based on fuzzy vault scheme. — IEEE Philadelphia, Pennsylvania, USA. — Pp. v/609–v/612. — DOI: 10.1109/ICASSP.2005.1416377

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 149–162
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.273>

УДК: 372.851
МРПТИ: 14.25.09

© G.K. Yeshmurat*, L.S. Kainbayeva, 2024
Korkyt Ata Kyzylorda University, Kazakhstan, Kyzylorda.
E-mail: gulnuresh@mail.ru

UNDERSTANDING MATH ANXIETY AND ITS IMPACT ON MATH EDUCATION STUDENTS' CAREERS

Yeshmurat Gulnur — Master of Pedagogical Sciences, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kazakhstan
E-mail: gulnuresh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3275-6457>;
Kainbaeva Larissa — Teacher of the Department of Physics and Mathematics, Candidate of Pedagogical Sciences, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kazakhstan
E-mail: larissa_rain@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2927-6575>.

Abstract. With an emphasis on its possible effects on future careers as mathematics instructors, the study explores the widespread problem of math anxiety among students pursuing mathematics teaching. The study aims to identify the multifaceted components of math anxiety, including its cognitive and affective dimensions, and explores various contributing factors such as genetic predispositions, gender differences, and early educational experiences. The research scrutinizes the impact of elementary school mathematics experiences, teacher practices, and parental involvement on the development of math anxiety among aspiring mathematics educators. It delves into the beliefs and attitudes students hold towards mathematics, unveiling the intricate connections between self-perception, feelings of inadequacy, and a lack of confidence in mathematical skills. The study extends its focus to parental math anxiety and its potential adverse effects on children's learning experiences. It aims to shed light on the complex interplay between parental math anxiety, assistance with math homework, and its impact on children's math learning. Understanding the existence of math anxiety among students pursuing mathematics education and its implications for future careers as mathematics teachers is crucial. The research aims to contribute valuable insights for educational policymakers, curriculum developers, and educators to design interventions that alleviate math anxiety and foster a positive learning environment for aspiring mathematics teachers.

Keywords: mathematics education, math anxiety, future mathematics teachers

© Г.Қ. Ешмұрат*, Л.С. Каинбаева, 2024

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан, Қызылорда.

E-mail: gulnuresh@mail.ru

МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҮРЕЙ ЖӘНЕ ОНЫҢ БОЛАШАҚ МАТЕМАТИКА ПӘНІ МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ МАНСАБЫНА ӘСЕРІ

Ешмұрат Гүлнұр — педагогика ғылымдарының магистрі, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан

E-mail: gulnuresh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3275-6457>;

Каинбаева Лариса — педагогика ғылымдарының кандидаты, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан

E-mail: larissa_rain@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2927-6575>.

Аннотация. Зерттеуде математикалық білім алатын студенттер арасында жиі кездесетін математикалық мазасыздық мәселесі айтылады, оның математика мұғалімдерінің болашақ мансабына тигізетін әсеріне назар аударылады. Зерттеу математикалық мазасыздықтың көп қырлы компоненттерін, оның когнитивті және аффективті аспектілерін анықтауға бағытталған және генетикалық бейімділік, гендерлік айырмашылықтар мен ерте оқу тәжірибесі сияқты әртүрлі ықпал етуші факторларды қарастыруымен маңызды. Зерттеуде математикалық тәжірибенің бастауыш сыныптардағы рөлі, жалпы мұғалімдердің тәжірибесі және ата-аналардың сабаққа қатысуының бастауыш математика мұғалімдеріндегі математикалық мазасыздықтың одан әрі дамуына әсері туралы айтылады. Онда студенттердің математикаға деген сенімдері мен көзқарастары қарастырылады, өзін өзі қабылдау, жеткіліксіздік сезімі және математикалық қабілеттерге деген сенімсіздік арасындағы күрделі байланыстар ашылады. Зерттеуде ата-аналардың математикаға қатысты алаңдаушылығына және оның балалардың оқу процесіне ықтимал теріс әсеріне назар аударылады. Зерттеу мақсаты – математикадан үй тапсырмасын шешуге ықпал ету және балалардың математиканы үйренуге деген ықыласын оята отырып, ата-ананың да математикалық мазасыздығын жоюға көмектесу. Математикалық білім алатын студенттер арасында математикалық алаңдаушылықтың бар-жоғын анықтау және оның математика мұғалімдерінің болашақ мансабына әсерін түсіну өте маңызды. Зерттеудің мақсаты да сол — білім беру саясатында оқу бағдарламаларын құрастырушылар мен оқытушыларға математикаға қатысты алаңдаушылықты жеңілдететін және еңбек жолын жаңадан бастаған математика мұғалімдері үшін жағымды оқу ортасын құруға ықпал ететін іс-шараларды әзірлеу үшін құнды ақпарат беру.

Түйін сөздер: математикалық білім, математикалық мазасыздық, болашақ математика мұғалімдері

© Г.К. Ешмурат*, Л.С. Каинбаева, 2024

Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Казакстан, Кызылорда.

E-mail: gulnuresh@mail.ru

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТРЕВОЖНОСТЬ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА КАРЬЕРУ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ

Ешмурат Гульнур — магистр педагогических наук, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

E-mail: gulnuresh@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3275-6457>;

Каинбаева Лариса — кандидат педагогических наук, преподаватель кафедры физики и математики, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

E-mail: larissa_rain@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2927-6575>.

Аннотация. В исследовании рассматривается распространенная проблема математической тревожности среди студентов, получающих математическое образование, с акцентом на ее потенциальное влияние на будущую карьеру учителей математики. Статья направлена на выявление многогранных компонентов математической тревожности, включая ее когнитивные и аффективные аспекты, и исследует различные способствующие факторы, такие как генетическая предрасположенность, гендерные различия и ранний опыт обучения. В исследовании тщательно изучается влияние математического опыта начальной школы, практики учителей и участия родителей на развитие математической тревожности у начинающих преподавателей математики. В нем рассматриваются убеждения и отношение студентов к математике, раскрываются сложные связи между самовосприятием, неуверенностью в математических способностях. В исследовании также акцентируется внимание на тревожности родителей по поводу изучения математики и потенциальное негативное влияние на процесс обучения детей. Его цель – пролить свет на сложную взаимосвязь между родительской математической тревожностью, помощью с домашним заданием по математике и ее влиянием на изучение математики детьми. Понимание существования математической тревожности среди студентов, получающих математическое образование, и ее последствий для будущей карьеры учителей математики имеет решающее значение. Цель исследования – предоставить ценную информацию лицам, определяющим политику в области образования, разработчикам учебных программ и преподавателям для разработки мероприятий, которые снижают беспокойство по поводу математики и способствуют созданию позитивной учебной среды для начинающих учителей математики.

Ключевые слова: математическое образование, математическая тревожность, будущие учителя математики

Introduction

In late 2019, the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) presented the initial findings of the PISA-2018 global survey. This marked a significant milestone for Kazakhstan, as it registered its poorest performance in the history of the country's involvement in PISA. Among the 79 countries and economic regions whose students participated in the assessment, 15-year-olds from Kazakhstan secured the 69th position (OECD, 2023 a). PISA, an abbreviation for the Program for International Student Assessment, is an extensive study crafted to assess the academic achievements of school students. The program was launched in the year 2000 and follows a triennial research cycle, each cycle being focused on one of the core subjects: reading, mathematics, and science.

A mere 2 % of Kazakhstani students reached a level 5 or above in mathematics, while the OECD average stands at 11 % (OECD, 2023 a). Following this setback, the Government of Kazakhstan made it a top priority to enhance the performance of Kazakhstani students in the PISA test. To accomplish this goal, it is crucial for the Government of Kazakhstan to identify the primary causes of these shortcomings.

Information extracted from the PISA underscores a persistent inverse correlation between mathematics anxiety and performance in math, both at the national level and among the various participating countries. In 63 out of the 64 educational systems engaged in the 2012 PISA evaluation, Students who expressed greater levels of math anxiety demonstrated poorer math performance in contrast to their peers who reported lower levels of math anxiety (OECD, 2023 b). When considering the data from the participating nations as a whole, the consequences become quite significant. Specifically, a one-unit rise in a student's PISA math-anxiety index equates to a substantial 29-point drop in their math score, indicating a medium effect size (Cohen's $d = 0.32$) (OECD, 2023 b).

The exploration of mathematics anxiety has been a notable area of research since the inception of "number anxiety" by Dreger and Aiken in 1957 (Dreger, 1957: 8). Moreover, it has gained growing recognition and interest in recent years. Richardson and Suinn (1972) define mathematics anxiety as a sensation of stress and unease that hampers the handling of numbers and the resolution of mathematical problems in everyday situations as well as academic contexts (Richardson, 1972: 4). Numerous studies have conventionally viewed mathematics anxiety as a unified concept; however, it seems to encompass various separate elements. For example, Wigfield and Meece distinguished two distinct facets of mathematics anxiety among sixth graders and secondary school students (Wigfield, 1988: 7), aligning with the cognitive and emotional dimensions earlier identified in test anxiety by Liebert and Morris (Liebert, 1967: 4). The cognitive aspect, referred to as "concern," involves concerns about personal performance and the possible outcomes of not succeeding. Conversely, the emotional aspect, termed "emotional response," includes sensations of unease, stress during tests, and the accompanying physiological responses.

Over the years, numerous studies have identified several factors contributing to math anxiety. Genetics has emerged as a potential factor under examination. Wang et al. (2020) carried out behavioral genetic studies on mathematics anxiety using a group of five hundred fourteen twelve-year-old twin pairs (Wang, 2020: 13). Significantly, there was a strong association between mathematics anxiety and general anxiety, and a reverse relationship with both mathematical problem-solving and reading comprehension. However, general anxiety did not show notable correlations with either academic measure.

The majority of studies carried out in Western nations have consistently demonstrated that, in comparison to males, girls tend to have higher levels of trait math anxiety and more negative attitudes towards mathematics. This trend is evident in various studies, such as those by Szczygieł, in 2020 (Szczygieł, 2020: 32), and Wang et al. in 2020 through meta-analyses (Wang, 2020: 13). Nonetheless, it is essential to consider the cultural, traditional, and educational systems of individual countries. As a result, the claim that females often have more maths anxiety than boys may differ depending on the nation.

According to Barroso's (2021) research, mathematics anxiety frequently develops as a result of early exposure to the subject in elementary school (Barroso, 2021: 35). By the time children entered secondary school, these experiences had frequently damaged their faith in their mathematical aptitude and caused them to shun the subject altogether. Consequently, the elementary mathematics classroom can be viewed as the initial point where mathematics anxiety begins for many students. Kaskens et al. (2020) also identified the elementary mathematics classroom as a source of math anxiety for certain students (Kaskens, 2020: 14). They attributed this anxiety to teachers' limited proficiency in mathematics and their authoritative teaching approach. They also pointed out factors

such as the excessive use of rote calculations, heavy reliance on memorization, and the presentation of unrealistic applications or problems as additional contributors to math anxiety.

Beilock and Maloney (2015) pointed out that there were various factors frequently mentioned by prospective teachers as contributors to their math anxiety (Beilock, 2015: 9). They categorized these factors into two groups: prior mathematical experiences and beliefs about mathematics and self. Among those who experienced math anxiety due to prior mathematical experiences, teachers played a pivotal role. Beilock and Maloney (2015) linked negative encounters with past math instructors to their anxiety about mathematics (Beilock, 2015: 9). It appears that teachers' instructional methods have had an influence on the growth of math anxiety. Common teaching practices that heightened anxiety included an overemphasis on drills and practice, an insistence on obtaining the correct answer through the correct method, administering timed tests, memorization of formulas, and strict rule application. In contrast, there was limited utilization of group work, tangible learning materials, and real-world applications in these instructional settings (Demedts, 2022: 8).

According to Jo Boaler (2014), who is a mathematics education professor at Stanford University, timed tests are identified as the primary factor contributing to math anxiety (Conlon, 2021). Numerous school districts throughout the United States incorporate timed tests as a routine component of their teaching. In my local school district, this practice begins from the first grade, where students are presented with a fifty-question test that they must complete within a three-minute timeframe. The district mandates that these tests are administered once per term, although some teachers opt to give them on a weekly basis

Although classrooms are typically considered the primary setting for children to acquire mathematical skills, it's crucial to acknowledge the significant role parents participate in their child's academic success. As a result, researchers have turned their attention to understanding how parental involvement in homework can positively impact student learning and success (DiStefano, 2020). Effective parental participation in homework includes modeling, reinforcement, and fostering open dialogue to cultivate positive attitudes, knowledge, and behaviors. These components have been linked to youngsters performing better academically. Recent studies, however, show that parents' arithmetic worry may have a negative effect on their kids' math prowess and attitudes. This shows that parents who struggle with arithmetic anxiety and help their kids a lot with homework may be doing more harm than good to their kids' math learning and contributing to their own worry. Maloney, Ramirez, Gunderson, Levine, and Beilock's (2015) study, in particular, revealed that children who actively assist their parents with math homework and who themselves suffer from significant math anxiety both experience a decrease in academic progress and an increase in math anxiety (Maloney, 2015: 9).

In the domain of beliefs about mathematics, individuals experiencing math anxiety often expressed feelings of helplessness, fear, insecurity, inadequacy, and insecurity over their mathematics abilities (Haase, 2019: 35). These emotions were intertwined with their self-perceptions, such as believing they were inherently poor at mathematics and incapable of putting in enough effort to excel in the subject. Many of them also believed that they lacked a comprehension of mathematics and saw it as lacking practical utility. This lack of self-assurance in their mathematical abilities and the presence of math anxiety may be found among students of math education who are aspiring to become future math teachers. Such a pessimistic outlook on math and the prevalence of math anxiety within these students could potentially hinder their academic progress at the university or influence their decisions to pursue alternative career paths.

Hence, the purpose of this paper is to determine whether math anxiety exists

among students pursuing mathematics education. This study seeks to evaluate the presence of math anxiety in these students and investigate the strategies they employ to cope with it. Most importantly, this research paper aims to analyze how math anxiety among students pursuing mathematics education can impact their future careers as mathematics teachers.

Materials and methods

This study employs a quantitative research design utilizing a survey instrument to investigate and identify mathematics anxiety among undergraduate university students majoring in mathematics education. The survey was distributed to all participants, and data were collected using a structured questionnaire.

The study utilizes the Math Anxiety Rating Scale (MARS) because it offers a systematic approach to quantify and comprehend the severity of mathematics anxiety. Suinn and Winston were the original developers of the MARS in 2003 in order to fulfil the need for a standardized instrument for comprehensive measurement of mathematics anxiety (Suinn, 2003: 7). Its primary objective is to assess an individual's level of mathematics anxiety, thereby aiding researchers, educators, and psychologists in gaining a deeper understanding of the emotional and psychological aspects affecting mathematical performance.

Participants

The study's participants consisted of undergraduate university students majoring in mathematics education, typically in their 3rd and 4th years of study. All these students were pursuing a bachelor's degree in mathematics education and were selected from a university in the city of Kyzylorda. The rationale for choosing undergraduate students is grounded in the belief that they have been encountered to a substantial amount of mathematical content during their studies, making them representative of future mathematics teachers. The final sample size comprised 80 participants, selected through a convenience sampling method.

Survey

The survey instrument encompassed three primary sections:

A. Demographic Information: In this section, participants were required to provide demographic details, including age, gender, and academic year. The purpose of this section was to offer a general overview of the participants.

B. Assessment of Math Anxiety: The core of the survey focused on the evaluation of math anxiety. Participants were presented with questions related to mathematics, both in terms of general mathematics anxiety and specific mathematics-related scenarios.

C. Coping Mechanisms: To gain insights into how participants manage math anxiety, this section of the survey featured questions concerning their strategies for coping with math-related stress and their attitudes toward seeking help when experiencing math anxiety.

Data Collection

Data collection occurred over a two-week period. Participants were informed of the study's objectives and gave informed permission earlier to survey participation. The survey was administered electronically, granting participants the flexibility to complete it at their convenience. Anonymity of respondents was assured to encourage candid responses. This study adhered to ethical guidelines, and all participants provided informed consent.

Ethical consideration

The research protocol, including the survey methodology and ethical safeguards, received explicit approval from the university's ethical commission. This approval indicates that the investigation was completed following ethical guidelines and regulations. All participating students were provided with comprehensive information about the survey, its purpose, and the voluntary nature of their involvement. They were explicitly informed of their right to withdraw from the survey at any point without facing consequences. To protect the privacy of the participants, the survey was designed to be completely anonymous. Personal identifiers were not collected, and responses were aggregated to maintain confidentiality. This approach ensures that individual responses cannot be traced back to specific participants.

The research protocol, including the survey methodology and ethical safeguards, received explicit approval from the university's ethical commission. This approval indicates that the study was conducted in accordance with ethical guidelines and regulations. The research protocol, including the survey methodology and ethical safeguards, received explicit approval from the university's ethical commission. This approval indicates that the study was conducted in accordance with ethical guidelines and regulations. The research protocol, including the survey methodology and ethical safeguards, received explicit approval from the university's ethical commission. This approval indicates that the study was conducted in accordance with ethical guidelines and regulations. The research protocol, including the survey methodology and ethical safeguards, received explicit approval from the university's ethical commission. This approval indicates that the study was conducted in accordance with ethical guidelines and regulations.

Results and Discussion

Certain aspects of attitudes toward mathematics appear to be shared among various countries and cultures. Countries exhibit differences not only in actual math performance but also in how much students like mathematics, whether they attribute success in math to innate ability or effort, and the importance they place on math education.

These variations in attitudes and approaches to mathematics could potentially influence the degrees of anxiety related to mathematics, although the exact direction of this influence is not entirely predictable. Because of their academic performance, high achievers may have low mathematics anxiety, or vice versa, high anxiety owing to the strong emphasis on maths and academic accomplishment, which might heighten the fear of failing (Foley, 2017: 7). Another layer of complexity is the fact that pupils in high-achieving nations frequently compare themselves to their accomplished peers rather than those in low-achieving nations (Foley, 2017: 7).

A research by Cipora et al. (2022) examined math anxiety in several countries and discovered that there is a variable and inconsistent relationship between a nation's average math anxiety level among its youngsters and their overall math performance (Cipora, 2022: 21). For instance, children in high-achieving Western European countries like Finland, the Netherlands, Liechtenstein, and Switzerland usually show lower levels of mathematics anxiety than children in top-performing Asian countries like Korea and Japan (Cipora, 2022: 21). Both school and university curricula in Kazakhstan, a country in Central Asia, place significant demands on students; therefore, it is imperative to investigate and analyse mathematics anxiety among Kazakhstani students, particularly among those pursuing a mathematical education. The causes of these differences are unclear and could be linked to factors such as the significant pressure to perform well in exams in Asian countries, or as-yet-undetermined elements of educational systems and curricula.

The survey results revealed that 55 % of the participants reported experiencing math anxiety. The third-grade students exhibited increased mathematics anxiety com-

pared to their fourth-grade counterparts (figure 1). Among those who reported math anxiety, 28.7 % indicated that it began during high school, 23.8 % during elementary school, and 21.3 % mentioned it started during their university years. It is probable that participants in the survey acquired their math anxiety during childhood. Mathematical education researchers assert that children's worry about mathematics tends to increase with age (Wigfield, 1988; Demedts, 2022; Foley, 2017). Although most studies suggest that young children do not often experience severe anxiety related to mathematics, some researchers have found significant levels of anxiety related to mathematics even in young primary school students. This observed rise in math fear is consistent with studies showing that attitudes towards mathematics tend to vary with age, regrettably frequently becoming worse as kids become older (Hart, 2019: 18). Demedts et al. (2022) discovered that while around two-thirds of youngsters aged eleven consider mathematics the subject they like the most, a small number of sixteen-year-olds share the same sentiment.

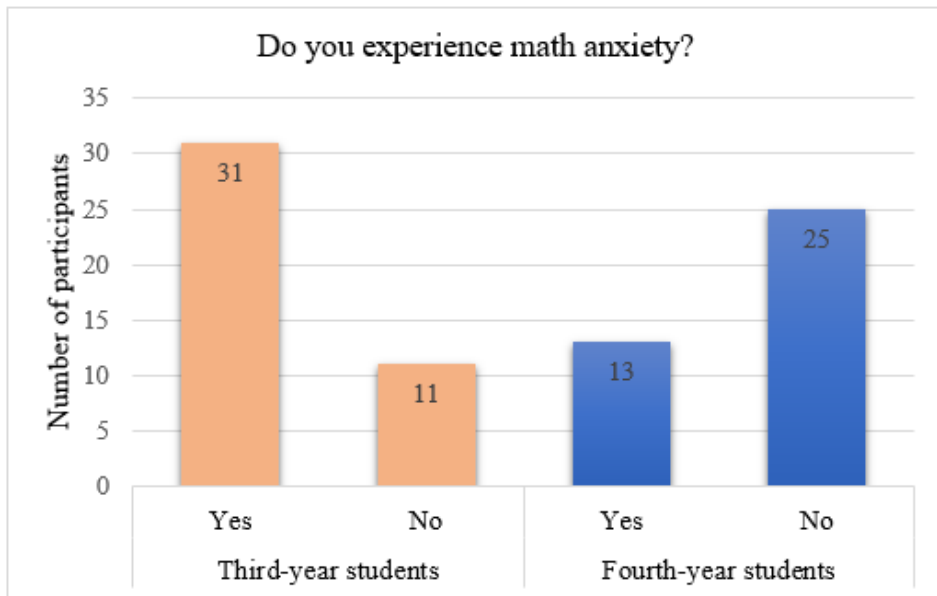


Figure 1 - Math Anxiety Comparison: Third vs. Fourth Year Students

Research on maths anxiety has placed a lot of emphasis on gender. There is little to no difference in actual mathematical accomplishment between the sexes, according to recent research conducted in nations where males and girls have equal access to school (Wang, 2020: 13). Though these differences are not significant, they do show that girls tend to experience higher levels of anxiety about mathematics and to assess themselves less favourably (Wang, 2020: 13). The majority of studies suggests that these gender differences often manifest in adolescence, with elementary school students not showing significant gender differences in maths anxiety (Szczygieł, 2020: 32). Because girls made up 60 % of the study's participants, current research has not been able to find any discernible variations in the rates of math anxiety between males and girls. The majority of female students in bachelor's degree programmes in math teaching made it difficult to get an equal gender distribution for this study.

Recent research aimed to pinpoint the factors behind math anxiety among students pursuing a mathematical education. A notable 27.5 % of the study's participants revealed that their math anxiety stemmed from a lack of self-confidence (figure 2). The

majority of research suggests an inverse correlation between one's self-perception in mathematics and the prevalence of math anxiety (Hart, 2019: 18). Individuals who perceive themselves as lacking proficiency in mathematics are more prone to experiencing anxiety in this subject. This deficiency in self-assurance could be attributed to struggles in math classes, either at various academic levels or at home. In some instances, this lack of confidence resulted from a lack of encouragement from teachers to actively engage with mathematical concepts. Furthermore, it was observed that family members or teachers sometimes unintentionally contributed to this issue. For example, when these individuals conveyed that math was easy, it could create feelings of inadequacy in students who were grappling with mathematical challenges. Conversely, if family members or teachers constantly portrayed math as difficult and openly acknowledged their own inadequacies in the subject, it reinforced the idea that the student was destined to face similar difficulties) (Szczygieł, 2020: 32). The results of this study underscore the detrimental influence that a parent's math anxiety can exert on their children's mathematical learning and their attitudes toward math. Approximately 27.5 % of the participants stated that their math anxiety had its roots in familial factors (figure 2).

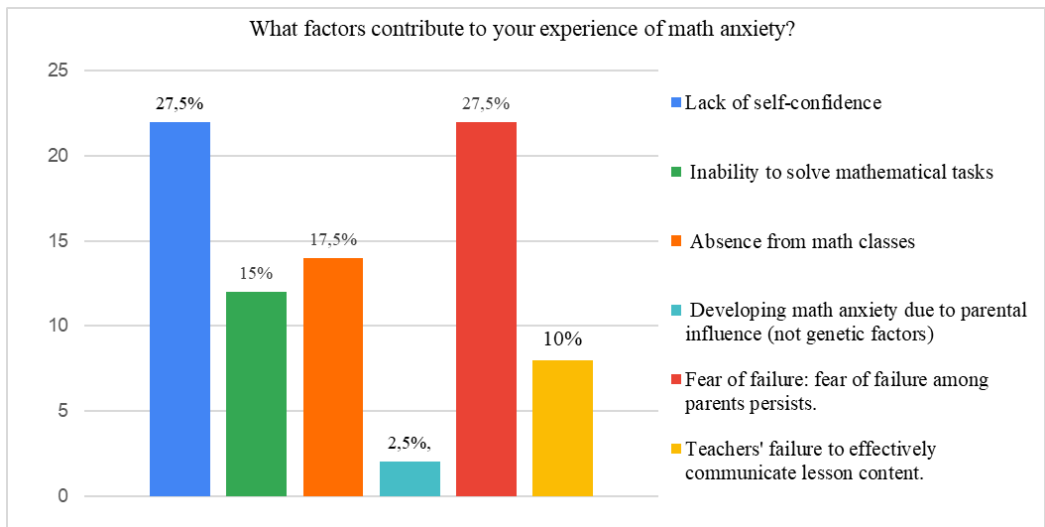


Figure 2 - Causes of math anxiety

Approximately 17.5 % of the participants emphasized that their math anxiety stemmed from difficulties related to missed lessons (figure 2). This issue often arose in university settings where class sizes were large, and professors conducted lessons at a brisk pace, leaving little room for questions or clarifications. Some students found it challenging to comprehend the professor's explanations, as they tended to write mathematical content swiftly on the board without sufficient elaboration (Dreger, 1957: 8). These instructional practices contributed to the students' math anxiety.

Furthermore, students sometimes experienced math anxiety when they observed their peers successfully mastering math concepts while they struggled to do the same (Demedts, 2022: 8). Occasionally, they had enrolled in courses for which they lacked the foundational knowledge or were ill-prepared. In certain cases, the prerequisites for the mathematical proficiency required for their courses were not clearly defined. Therefore, 15 % of participants noted that when they initially enrolled in a course, everything

appeared manageable (figure 2). However, as the course progressed, the assignments demanded a more advanced understanding of mathematics, which they did not possess, leading to heightened math anxiety.

In the survey, respondents were requested to detail their experiences related to math anxiety. Among the responses, students recounted either the symptoms they had experienced due to math anxiety or the factors that had triggered their math anxiety. A total of 37 participants outlined the physical and emotional symptoms they had encountered, while 35 participants expressed their emotions of frustration and bewilderment (figure 3). Additionally, 8 individuals reported feeling highly stressed to the point of disengagement, where they stopped listening.

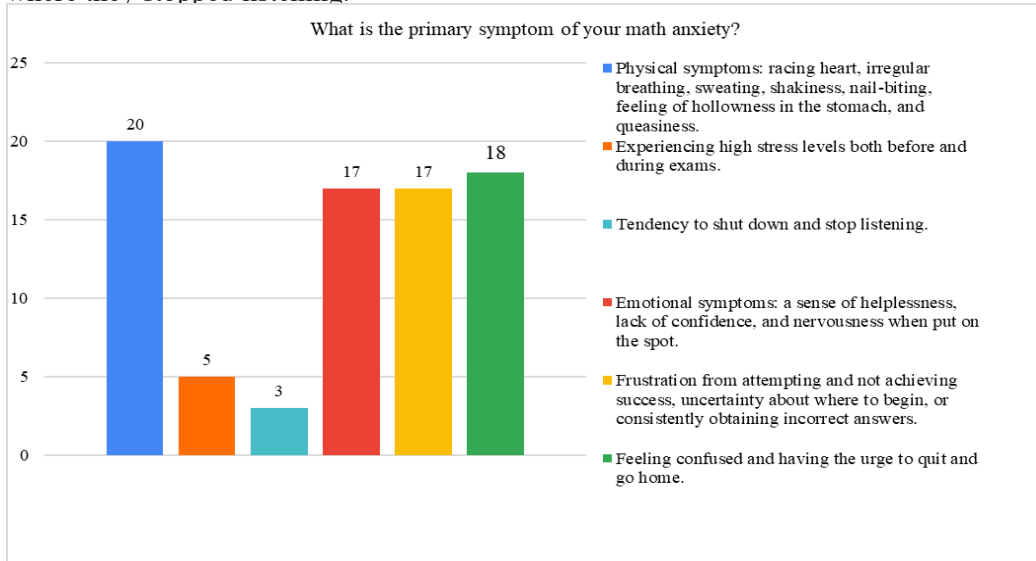


Figure 3 - Symptoms of math anxiety

According to the data presented in figure 4, it is evident that various strategies have been employed by the participants to address their challenges. Students have devised methods to alleviate stress, which includes practices like deep breathing exercises, listening to music, or engaging in self-affirmation to regain composure (22,5 %) (figure 4). Furthermore, 28,7 % of students have concentrated on increasing their self-confidence through strategies like making links to existing knowledge (36,3 %), beginning with easier math problems and working their way up to more difficult ones, and assuring themselves that they can succeed in mathematics (figure 4).

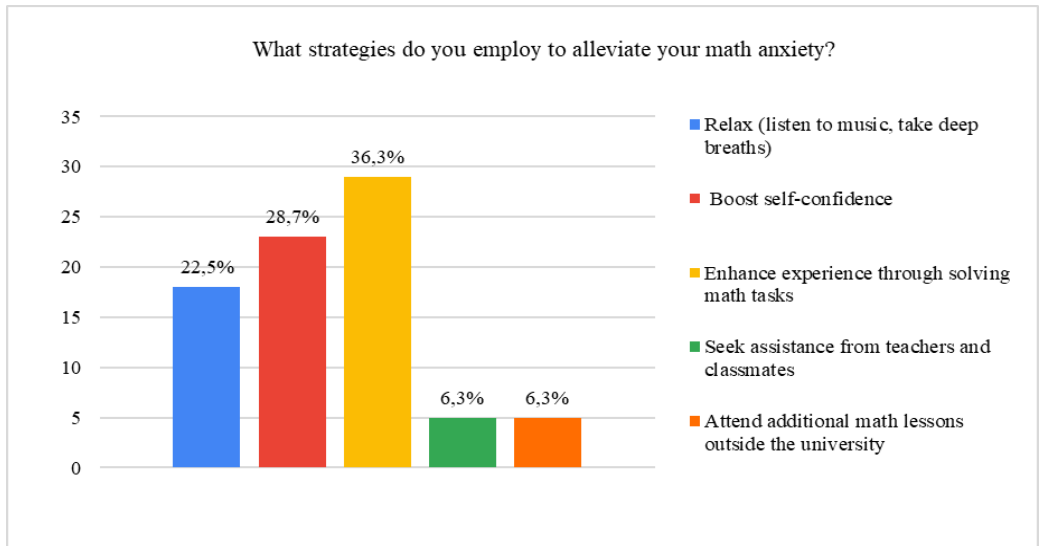


Figure 4 - Personal strategies to alleviate math anxiety

In the survey, participants were queried about the methods they intended to employ as mathematics teachers to mitigate math anxiety. Notably, 35 % of the respondents expressed their intention to incorporate a range of technologies to alleviate this issue (figure 5). Experts in the field of math education emphasize the crucial role of employing diverse resources when studying mathematics. These resources encompass a spectrum of tools such as textbooks, educational videos, math games, manipulatives, and the integration of technology. The utilization of this array of resources is a response to the varied needs of students, aligning with the principles of a constructivist classroom that extends beyond conventional curriculum and textbooks (Kaskens, 2020: 14).

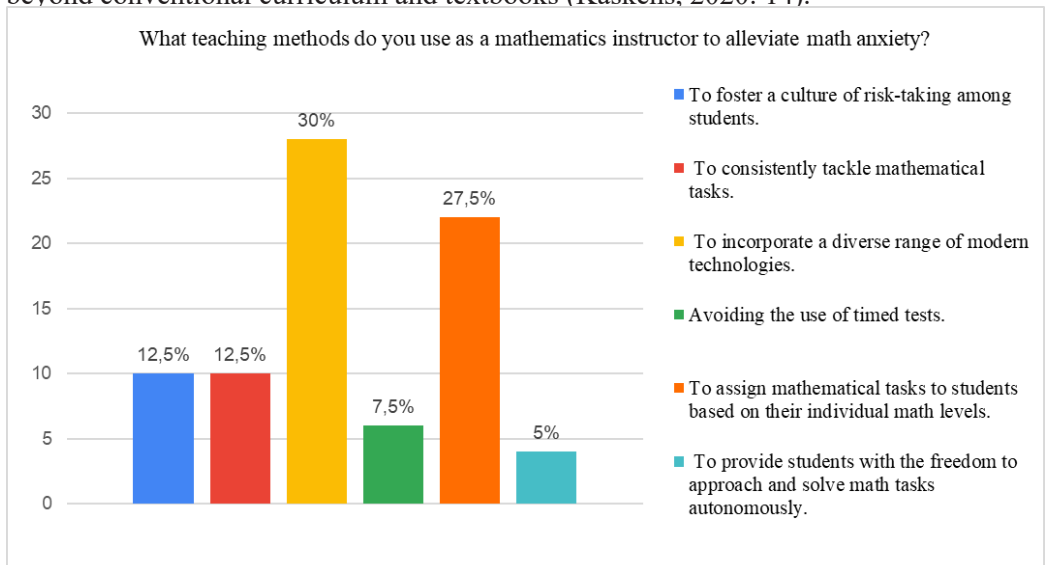


Figure 5 - Teacher strategies to mitigate math anxiety

While 27.5 % of participants emphasized that customizing math tasks to a child’s proficiency level could alleviate math anxiety, scholars in the field of math education recognize the importance of actively engaging students in mathematics (figure 5). This

engagement entails tapping into their prior knowledge and fostering reflection by offering explanations and justifications for their solutions. A key learning strategy involves establishing connections between different mathematical topics and relating them to the knowledge acquired in previous courses. Students have discovered that making connections to well-known mathematical concepts helps them to start solving problems when faced with difficult maths questions or problems. This eliminates feelings of helplessness and reinforces the idea that there are several ways to solve maths problems (Conlon, 2021). With a sense of control over their education, this method also fosters kids' creativity and, in the end, lowers math fear.

As depicted in figure 5, 12,5 % of the participants recognized the significance of promoting risk-taking as a crucial element while learning mathematics. They expressed their intent, as future educators, to foster mathematical learning by implementing key components of an interactive learning environment. These components encompass encouraging each student to share their thoughts, fostering the belief that multiple problem-solving methods exist, and allowing mistakes to be opportunities for learning rather than concealing them. These strategies collectively contribute to building students' self-confidence and align with existing research, which underscores the importance of assessing the validity of a solution based on its mathematical coherence. In this instructional context, the teacher engages with students, collaborating with them to formulate their own solutions. This approach empowers students to construct their unique problem-solving approaches, shifting the focus from the teacher as the sole authority (Haase, 2019: 35). In their roles as future educators, they believe that implementing these practices is pivotal in creating an inclusive and innovative learning environment.

The primary objective of the present study is to examine how math anxiety impacts students pursuing mathematics education on their prospective careers as mathematics teachers. A significant portion of the surveyed participants (90 %) express concerns about making errors in mathematics that could have repercussions for their future teaching endeavors. Furthermore, the majority of respondents (65 %) in the survey note experiencing a sense of overwhelm when contemplating the prospect of teaching mathematics in the future, attributing this apprehension to their math anxiety.

Conclusion

1950s, with a notable surge in focus in the past few years. This research paper aims to ascertain the presence of math anxiety among students engaged in mathematics education. The study endeavors to assess the prevalence of math anxiety in these students and explore the coping mechanisms they employ. Crucially, the paper seeks to scrutinize how math anxiety among students pursuing mathematics education may impact their prospective careers as mathematics teachers.

The research findings indicate that a significant majority of participants reported experiencing math anxiety. Notably, third-grade students exhibited a higher degree of math anxiety compared to their fourth-grade counterparts. According to the study, most students blamed their lack of confidence in their mathematical skills, helplessness, dread, uncertainty, and inadequacy for their math anxiety. Parental pressure and missed math lessons were also identified as contributing factors to math anxiety.

Moreover, a substantial portion of survey respondents expressed feeling overwhelmed when contemplating the prospect of teaching mathematics in the future, attributing this apprehension to their math anxiety. This pessimistic outlook on math, coupled with the prevalence of math anxiety, may potentially impede academic progress at the university level or influence decisions to pursue alternative career paths. Consequently,

investigating strategies to alleviate math anxiety, particularly among students pursuing math education, becomes imperative.

REFERENCES

Barroso C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological bulletin*. — Vol.147. — №2. — Pp.134–168. — <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/bul0000307> (in. Eng.).

Beilock S., Maloney E. (2015). Math Anxiety: A Factor in Math Achievement Not to Be Ignored. *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*. — Vol.2. — №1. — Pp.4–12. — <http://dx.doi.org/10.1177/2372732215601438> (in.Eng.).

Cipora K., Santos F., Kucian K., Dowker A. (2022). Mathematics anxiety- where are we and where shall we go?. *Annals New York Acad. Sci.* — Vol.1. — №17. — Pp. 590–610. — <http://dx.doi.org/10.1111/nyas.14770> (in.Eng.).

Conlon R., Hicks A., Barroso C., Ganley C. (2021). The effect of the timing of math anxiety measurement on math outcomes. *Learn. Individ. Differ.* — Vol.86. — №2. — 101962. — <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2020.101962> (in.Eng.).

Demedts F., Reynvoet B., Sasanguie D., Depaepe F. (2022). Unraveling the role of math anxiety in students' math performance. *Frontiers in Psychology*. — Vol.13. — Pp.110–117. — <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2022.979113> (in.Eng.).

DiStefano M., O'Brien B., Storozuk A., Ramirez G., Maloney E. (2020). Exploring math anxious parents' emotional experience surrounding math homework-help. *International Journal of Educational Research*. — Vol.99. — №2. — 101526. — <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijer.2019.101526> (in.Eng.).

Dreger R., Aiken L. (1957). The identification of number anxiety in a college population. *Journal of Educational Psychology*. — Vol.48. — №6. — Pp.344–351. — <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0045894> (in.Eng.).

Foley A., Herts J., Borgonovi F., Guerriero S., Levine S., Beilock S.L. (2017). The Math Anxiety-Performance Link: A Global Phenomenon. *Current Directions in Psychological Science*. — Vol. 26. — №1. — Pp. 52–58. — <http://dx.doi.org/10.1177/0963721416672463> (in.Eng.).

Guzmán B., Rodríguez C., Ferreira R. (2023). Effect of parents' mathematics anxiety and home numeracy activities on young children's math performance-anxiety relationship. *Contemporary Educational Psychology*. — Vol.72. — 102140. — <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2022.102140> (in.Eng.).

Haase V., Guimaraes A., Wood G. (2019). Mathematics and emotions: The case of math anxiety. In A. Fritz, V.G. Haase and P. Räsänen (Eds.), *International Handbook of Mathematical Learning Difficulties: From the Laboratory to the Classroom*. — Pp.469–503. — <https://doi.org/10.1007/978-3-319-97148-3> (in. Eng.).

Hart S., Ganley C. (2019). The nature of math anxiety in adults: prevalence and correlates. *J. Num. Cogn.* — Vol.5. — №2. — Pp.122–139. — <https://doi.org/10.5964/jnc.v5i2.195> (in.Eng.).

Kaskens J., Segers E., Goei S., van Luit J., Verhoeven L. (2020). Impact of Children's math self-concept, math self-efficacy, math anxiety, and teacher competencies on math development. *Teaching and Teacher Education*. — Vol. 94. — Pp.1–14. — <http://dx.doi.org/10.1016/j.tate.2020.103096> (in.Eng.).

Liebert R., Morris L. (1967). Cognitive and emotional components of test anxiety: A distinction and some initial data. *Psychological Reports*. — Vol.20. — №3. — Pp.975–978. — <https://psycnet.apa.org/doi/10.2466/pr0.1967.20.3.975> (in. Eng.).

Maloney E., Ramirez G., Gunderson E., Levine S. Beilock S. (2015). Intergenerational Effects of Parents' Math Anxiety on Children's Math Achievement and Anxiety. *Psychological science*. — Vol.26. — № 9. — Pp. 1480–1488. — <https://doi.org/10.1177/0956797615592630> (in.Eng.).

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2018 Results*. — https://www.oecd.org/pisa/Combined_Executive_Summaries_PISA_2018.pdf

Organization for Economic Co-operation and Development. (2023). *PISA 2012 results: Ready to learn: Students' engagement, drive and self-beliefs*. — https://www.oecd-ilibrary.org/education/pisa-2012-results-ready-to-learn-volume-iii_9789264201170-en

Richardson F., Suinn R. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*. — Vol.19. — №6. — Pp.551–554. — <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0033456> (in.Eng.).

Suinn R., Winston E. (2003). The Mathematics Anxiety Rating Scale, a brief version: Psychometric data. *Psychological Reports*. — Vol.92. — №1. — Pp.167–173. — <https://doi.org/10.2466/pr0.2003.92.1.167> (in. Eng.).

Szczygieł M. (2020). When does math anxiety in parents and teachers predict math anxiety and math achievement in elementary school children? The role of gender and grade year. *Social Psychology of Education: An International Journal*. — Vol.23. — № 4. — Pp.1023–1054. — <http://dx.doi.org/10.1007/s11218-020-09570-2> (in.Eng.).

Wang Z., Rimfeld K., Shakeshaft N., Schofield K. (2020). The longitudinal role of mathematics anxiety in mathematics development: Issues of gender differences and domain-specificity. — *Journal of Adolescence*. — Vol.80. — №3. — Pp. 220–232. — <http://dx.doi.org/10.1016/j.adolescence.2020.03.003> (in.Eng.).

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 163–176
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.274>

УДК 004.056.5

© **T.K. Zhukabayeva**^{1,2}, **V.A. Desnitsky**³, **E.M. Mardenov**^{1,2,4*}, 2024,

¹ASTANA International Scientific Complex, Astana, Kazakhstan;

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;

³Federal State Institution of Science “St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences” (St. Petersburg FITZ RAS), St. Petersburg, Russia;

⁴Astana International University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: emardenov@gmail.com

A TECHNIQUE FOR COLLECTION, PREPROCESSING AND ANALYSIS OF DATA IN WIRELESS SENSOR NETWORKS

Zhukabayeva Tamara Kokenovna — PhD, assoc. Professor. International Science Complex “ASTANA”, L. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: tamara_kokenovna@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6345-5211>;

Desnitsky Vasily Alekseevich — Federal State Institution of Science «St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences», St. Petersburg, Russia

E-mail: vasily.desnitsky@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-3748-5414>;

Mardenov Yerik — International Science Complex “ASTANA”, Astana International University, Astana, Kazakhstan

E-mail: emardenov@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9284-9797>.

Abstract. The article proposes a combined technique for collecting, preprocessing and analyzing data in wireless sensor networks (WSN) to solve the problems of detecting attacks on network devices and identifying anomalies that arise as a result of incorrect actions on the part of legitimate users of such networks and attackers. The technique determines the sequence of actions that need to be performed at the design and configuration stage, as well as at the operation stage of the WSN to detect attacks and anomalies in the WSN effectively. The main steps of the technique cover the procedures for collecting primary data from network sensors, filtering incoming data and their subsequent normalization. The analysis of collected and preprocessed data carried out within the framework of the technique includes aggregation and correlation of data based on comparison of data samples from various sources, as well as the development and testing of classifiers built on the basis of rules, statistics and machine learning methods to detect relevant types of attacks and anomalies. Testing of the proposed technique on the example of a fragment of a wireless sensor network in the field of a smart city with a simulation of a wormhole attack confirms the feasibility of the technique and the feasibility of its use in the development of promising information security tools. The proposed technique can be used in practice to develop secure wireless sensor networks in various application areas, as well as to improve the level of security of existing WSN. In particular, within the framework of smart city wireless sensor network infrastructures, the technique will improve the recall and precision of data collected from network nodes, which is necessary for effective detection of network level attacks in WSN.

Keywords: attack; detection; anomaly; modeling; technique

© Т.К. Жукабаева^{1,2}, В.А. Десницкий³, Е.М. Марденов^{1,2,4*}, 2024

¹ «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Астана, Қазақстан;

² Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

³ Ресей Ғылым Академиясының Санкт-Петербург федералды зерттеу орталығы федералды мемлекеттік ғылыми мекемесі, Санкт-Петербург, Ресей;

⁴ Астана халықаралық университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: emardenov@gmail.com

СЫМСЫЗ СЕНСОРЛЫҚ ЖЕЛІЛЕРДЕГІ ДЕРЕКТЕРДІ ЖИНАУ, ӨНДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Жукабаева Т.К. — PhD, қауымдастырылған профессор. «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: tamara_kokenovna@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6345-5211>;

Десницкий В.А. — Ресей Ғылым Академиясының Санкт-Петербург федералды зерттеу орталығы федералды мемлекеттік ғылыми мекемесі, Санкт-Петербург, Ресей

E-mail: vasily.desnitsky@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-3748-5414>;

Марденов Е.М. — «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Астана халықаралық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: emardenov@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9284-9797>.

Аннотация. Мақалада желілік құрылғыларға шабуыл әсерін анықтау және осындай желілерді заңды пайдаланушылар мен зиянкестердің дұрыс емес әрекеттері нәтижесінде пайда болатын ауытқуларды анықтау мәселелерін шешу үшін сымсыз сенсорлық желілердегі (ССЖ) деректерді жинау, өңдеу және талдаудың біріктірілген әдістемесі ұсынылған. Әдістеме жобалау және баптау сатысында, сондай-ақ ССЖ шабуылдар мен ауытқуларды тиімді анықтауды жүзеге асыру үшін ССЖ пайдалану сатысында жасалуы керек әрекеттердің реттілігін анықтайды. Әдістemenің негізгі қадамдары желі сенсорларынан бастапқы деректерді жинау процедураларын, келіп түскен деректерді сүзуді және оларды кейіннен қалыпқа келтіруді қамтиды. Әдістеме шеңберінде жүргізілген жиналған және өңделген деректерді талдау әртүрлі көздерден алынған деректер үлгілерін салыстыру негізінде деректерді жинақтау мен корреляциялауды, сондай-ақ шабуылдар мен ауытқулардың өзекті түрлерін анықтау үшін машиналық оқыту классификаторларының ережелері, статистикасы мен әдістеріне негізделген әзірлеуді және тестілеуді қамтиды. Wormhole типіндегі шабуылды модельдеумен ақылды қала саласындағы сымсыз сенсорлық желінің үзіндісі мысалында ұсынылған әдістemenі сынау, әдістemenің орындылығын және ақпараттық қауіпсіздіктің перспективалық құралдарын әзірлеу кезінде оны қолданудың орындылығын растайды. Ұсынылған техниканы әр түрлі қолданбалы салаларда қорғалған сымсыз сенсорлық желілерді дамыту үшін, сондай-ақ қолданыстағы ССЖ қауіпсіздік деңгейін арттыру үшін қолдануға болады. Атап айтқанда, ақылды қаланың сымсыз сенсорлық желілерінің инфрақұрылымдары аясында әдістеме тораптардан жиналған деректердің толықтығы мен дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді, бұл ССЖ желілік деңгейдегі шабуылдарды тиімді анықтау үшін қажет.

Түйін сөздер: шабуыл, анықтау, аномалия, модельдеу, техника

© Т.К. Жукабаева^{1,2}, В.А. Десницкий³, Е.М. Марденов^{1,2,4*}, 2024

¹Международный научный комплекс «АСТАНА», Астана, Казахстан;

²Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

³Федеральное государственное учреждение науки «Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Санкт-Петербург, Россия;

⁴Международный университет Астана, Астана, Казахстан.

E-mail: emardenov@gmail.com

МЕТОДИКА СБОРА, ПРЕДОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

Жукабаева Т.К. — PhD, асоц. профессор, Международный научный комплекс «АСТАНА», Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: tamara_kokenovna@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-6345-5211>;

Десницкий В.А. — Федеральное государственное учреждение науки «Санкт-Петербургский федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (СПб ФИЦ РАН), Санкт-Петербург, Россия

E-mail: vasily.desnitsky@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-3748-5414>;

Марденов Е.М. — Международный научный комплекс «АСТАНА», Международный университет Астана, Астана, Казахстан

E-mail: emardenov@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9284-9797>.

Аннотация. В статье предлагается комбинированная методика сбора, предобработки и анализа данных в беспроводных сенсорных сетях (БСС) для решения задач обнаружения атакующих воздействий на устройства сети и выявления аномалий, возникающих вследствие некорректных действий со стороны легитимных пользователей таких сетей и злоумышленников. Методика определяет последовательность действий, которые нужно совершить на стадии проектирования и настройки, а также на стадии эксплуатации БСС для осуществления эффективного обнаружения атак и аномалий в БСС. Основные шаги методики охватывают процедуры сбора первичных данных от сенсоров сети, фильтрацию поступающих данных и их последующую нормализацию. Проводимый в рамках методики анализ собранных и предобработанных данных включает агрегацию и корреляцию данных на основе сопоставления образцов данных из различных источников, а также разработку и тестирование построенных на основе правил, статистик и методов машинного обучения классификаторов для обнаружения актуальных видов атак и аномалий. Апробация предложенной методики на примере фрагмента беспроводной сенсорной сети в области умного города с моделирование атаки типа wormhole подтверждает выполнимость методики и целесообразность ее использования при разработке перспективных средств информационной безопасности. Предложенная методика может применяться на практике для разработки защищенных беспроводных сенсорных сетей в различных областях приложений, а также для повышения уровня защищенности существующих БСС. В частности, в рамках инфраструктур беспроводных сенсорных сетей умного города методика позволит повысить полноту и точность собираемых с узлов сети данных, что необходимо для эффективного обнаружения атак сетевого уровня в БСС.

Ключевые слова: атака, обнаружение, аномалия, моделирование, методика

Введение

В статье исследуются вопросы сбора, предобработки и анализа первичных данных в беспроводной сенсорной сети (БСС) как элементов предлагаемой комбинированной методики обнаружения атакующих воздействий на узлы БСС и аномалий, возникающих в процессе работы сети. Необходимость методики сбора, предобработки и анализа данных обуславливается сложностью процессов информационного обмена узлов, функционирующих в изменяющемся во времени окружении. Кроме того, потребность в построении такой методики определяется присущими БСС существенными ресурсными ограничениями, выполнимость которых непосредственно связана с обеспечением эффективного процесса сбора первичных данных в БСС. При этом к важным аспектам процессов сбора данных в БСС относятся полнота собираемых данных, в том числе выражаемая в достаточной временной детализации показаний сенсоров и данных с программно-аппаратных интерфейсов и внешних модулей, а также точность получаемых данных, в том числе отсутствие ошибок и пропущенных значений в собираемых образцах данных. Помимо этого, важным аспектом функционирования прикладных информационных сервисов БСС является обоснованность реализуемых в сети процедур агрегации данных, позволяющих, во-первых, снизить объемы собираемых в сети данных, что, как правило, является крайне важным в условиях значительных ограничений ресурсопотребления БСС, и, во-вторых, повысить достоверность собираемых данных, за счет отбрасывания случайных выбросов в показаниях сенсоров, аномальных значений и в ряде случаев злонамеренно модифицированных потенциальным атакующим данных. Все это подтверждает важность вопросов организации эффективных процессов сбора, предобработки и анализа данных в беспроводных сенсорных сетях, решаемых в настоящей статье.

Сбор данных в целом и связанные с ним технологические вызовы являются одной из важнейших проблем в современных беспроводных сенсорных сетях, решение которой необходимо для отправки данных от сенсоров на базовые станции, в том числе в целях корректного выполнения информационных сервисов по мониторингу данных от окружающей программно-аппаратной и физической инфраструктуры (Dubey, Agrawal, 2013). В частности, существующие методики сбора данных в БСС в различных практических областях требуют оперативного получения данных в режиме функционирования сети. Кроме того ставятся цели по максимально возможному уменьшению времени доставки показаний сенсоров и других видов сообщений, чтобы завершить процесс доставки до того, как какой-либо из промежуточных узлов, который должен использоваться при ретрансляции, не стал бы по какой-либо причине недоступным. Это обстоятельство становится особенно актуальным в случае параллельного множественного сбора данных на серии узлов в одноранговом сегменте сети и их передачи на базовую станцию ввиду того, что для синхронизации поступления значительного числа сообщений во избежание коллизий подобные случайные задержки вводятся намеренно в целях повышения надежности процесса коммуникации (Dubey, Agrawal, 2013). Вместе с тем, помимо минимизации задержек доставки, ставятся требования по минимизации энергетических затрат узлов в процессе сбора и передачи данных в БСС. Поэтому для организации эффективных процессов сбора данных в БСС обеспечивают баланс между выполнением требований на снижение дистанций передачи данных, снижение объема широковещательных пересылок в сети, снижение количества пересылаемых на базовую станцию сообщений в целом и равномерное распределение энергетической нагрузки по всем или большей части имеющимся узлам беспроводной сенсорной сети. Кроме того, в целях оптимизации потоков собираемых данных используют алгоритмы кластеризации узлов — для

первичного сбора данных в рамках некоторого кластера с последующей агрегацией собранных данных для последующей передачи далее по сети.

H. Xie et al. (2019) обосновывают важность решения вопросов сбора данных безопасности в БСС для обнаружения атак и аномалий с анализом возможностей по сбору данных на различных уровнях сетевого взаимодействия. G Thahniyath et al. предложили двухфазовую схему обеспечения целостности и конфиденциальности данных от сенсоров, передаваемых на базовую станцию для их агрегации. Это позволяет усложнить действия потенциального атакующего пытающегося скомпрометировать такие данные. Вместе с тем, несмотря на повышение уровня защищенности, такое решение создает дополнительный трафик и повышает коммуникационно-вычислительную нагрузку на сеть, что в свою очередь в качестве побочного эффекта способно снижать эффективность процесса сбора данных. В процессе сбора данных в БСС агрегация также может применяться для обеспечения сохранения уровня приватности данных (Rastogi et al., 2024).

Кроме того, использование итеративных фильтрационных алгоритмов позволяет непосредственно в процессе сбора данных от множества сенсорных узлов в сети накладывать каждому такому узлу определенный численный вес, характеризующий достоверность данных, предоставляемых этим узлом (Sowjanya Prasad, 2017). Это позволяет в процессе агрегации при объединении данных из различных узлов учитывать достоверность каждого фрагмента данных, получаемого агрегирующим узлом. Агрегация данных в процессе их сбора в БСС способствует также более ограниченному расходованию ресурсов хранения, энергоресурсов и коммуникационно-вычислительных ресурсов узлов сети (Sudheer Sujatha, 2023).

X. Jing et al. (2019) определяют разнородность данных, которые необходимо собирать в БСС для решения задач обнаружения атак. В частности, выделяют четыре разновидности собираемых данных: данные на уровне пакетов, данные уровня сетевых потоков, данные уровня соединений и данные уровня хостов, то есть узлов БСС. X. Jing et al. (2019) отмечают также необходимость учета требований на масштабируемость и настраиваемость процессов сбора данных в БСС.

В отличие от существующих работ в данной предметной области к элементам новизны предлагаемой методики относится децентрализованный характер сбора первичных данных БСС, определяемый на основе правил взаимодействия узлов сети, и параметров процесса сбора, настраиваемых в процессе конфигурирования инфраструктуры БСС. К отличиям можно отнести также комбинированный характер предлагаемой методики, выражаемый в совмещении различных видов данных, поступающих из разных источников с возможностью параллельного выполнения шагов методики. Предлагаемая методика ориентирована на выполнение персоналом, обслуживающим беспроводные сенсорные сети, функционирующие в рамках комплексных аппаратно-информационных архитектур, таких как умные города, умные заводы, умный транспорт. Предлагаемая методика определяет последовательность шагов, которые нужно совершить на стадии проектирования и настройки, а также на стадии эксплуатации БСС для эффективного обнаружения атак и аномалий. Методика апробируется на имеющейся программно-аппаратной реализации фрагмента БСС на основе протокола ZigBee с моделированием worm-hole-атаки в рамках уровня сетевого взаимодействия (Maheshwari et al., 2007).

Материалы и методы

Методика сбора, предобработки и анализа данных. Предлагаемая в работе методика направлена на организацию процессов сбора, предобработки и анализа данных и охватывает режимы проектирования, настройки и эксплуатации защищенной беспроводной сенсорной сети с реализацией функций своевременного и эффективного обнаружения актуальных атакующих воздействий на узлы сети

и аномалий, возникающих в процессе работы БСС. Методика предназначена для выполнения системным инженером — администратором, в обязанности которого входит развертывание инфраструктуры сети и компонентов ее информационной безопасности, администрирование БСС, а также выполнение операционно-аналитического контроля над текущими прикладными процессами. Методика применима в рамках инфраструктуры беспроводных сенсорных сетей умного города, которые с использованием узлов БСС позволяют предоставлять пользователям и обеспечивать работу специализированных цифровых информационных сервисов, включающих сбор данных о состоянии атмосферного воздуха города и мониторинг различных видов загрязненности воздуха в режиме близком к режиму реального времени. При этом существенная часть исходных данных получается непосредственно от сенсоров узлов и элементов инфраструктуры и устройств умного города в виде событий безопасности (Romano et al., 2012). Поддержка взаимодействия с пользователями, расположенными в рамках удаленных по отношению к БСС хостов осуществляется с использованием сети интернет. Методика схематично представлена на Рис. 1 и включает следующие основные стадии.



Рисунок 1. Основные стадии методики сбора, предобработки и анализа данных в беспроводных сенсорных сетях для решения задач обнаружения атак и аномалий

На стадии 1 производится определение модели актуальных атакующих воздействий, на обнаружение которых ориентирована данная методика. Данная стадия относится к этапу проектирования защищенной беспроводной сенсорной сети. Источниками входных данных стадии 1 являются перечень требований к компонентам информационной безопасности БСС, сформированных аналитически с учетом спецификаций программно-аппаратного обеспечения сети, целевого функционала информационных сервисов, разворачиваемых в рамках сети, а также различных функциональных и нефункциональных (ресурсных) ограничений. Примером подобного требования является необходимость отслеживания фактического временного распределения значений сенсоров в сети и выявление значений-выбросов (аномальных показаний сенсоров) согласно установленному нормальному распределению по правилу трех сигм. К выходным данным

данной стадии относятся перечень алгоритмов, которые необходимо реализовать для осуществления анализа и мониторинга информационной безопасности в режиме эксплуатации БСС. Шаги, выполняемые на стадии 1, осуществляются с применением методов системного анализа и аналитического моделирования.

Стадия 2 представляет шаги по децентрализованному сбору исходных данных о сети и входящих в нее устройств. Сбор данных включает в первую очередь получение данных, характеризующих изменяемый в процессе работы состав узлов сети, структуру сетевой топологии узлов, характеристики качества беспроводного сигнала с использованием значений LQI (Auza et al., 2014), роли узлов (оконечный узел, маршрутизатор, координатор). Также собираются логи событий, происходящих на узлах, включающие, например, события добавления нового узла в сеть, а также системные команды сетевого протокола и их атрибуты, такие как команда идентификации соседних узлов, например при помощи AT-команды ND (Network Discovery) протокола ZigBee. Помимо этого, собираться могут логи какого-либо программного обеспечения, функционирующего на узлах БСС, например, в логи операционной системы Ubuntu, установленной на одноплатном компьютере Raspberry Pi узла сети. Кроме того, в заданных узлах сети собирается трафик, входящий трафик узла и исходящий трафик (Nguyen et al., 2021).

Отметим, что в общем случае сбор данных о структуре и составе сети происходит последовательно, в режиме накопления и обновления текущей информации при условии, что БСС является самоорганизующейся и динамически формируемой. В зависимости от текущего пространственного расположения узлов сети, режимов их работы и загруженности беспроводных каналов между узлами, подверженными изменениям оказываются информационные сущности, отвечающие, как за сетевые узлы и их атрибуты, так и за коммуникационные связи между ними. При этом адреса узлов и их роли, как правило, считаются неизменными в процессе функционирования БСС. В этом случае процесс сбора данных представляет графовую информационную модель, инициализированную в момент старта процесса сбора и обновляемую динамически по мере дальнейшего поступления первичных данных. Входными данными данной стадии методики являются сведения о текущей конфигурации сети, тогда как выход данной стадии включает перечни разнородных логов, информационных событий и сетевого трафика, снимаемого на узлах БСС.

Собираемые в сети данные, представляющие системные команды, записи показаний сенсоров и другие события, происходящие на узлах БСС, а также элементы сетевого трафика регистрируются в полноформатном виде в виде журналов логов, в «сыром», необработанном виде на узлах для последующей их преобразования. При этом для каждой разновидности данных может создаваться отдельный журнал записей логов. Например, заводится реестр записей событий, связанных изменением текущей, фактической пропускной способностью имеющихся коммуникационных каналов в сети.

В общем случае деление на экземпляры журналов может производиться по хостам — узлам-источникам событий, узлам-получателям, группам хостов или по типу событий. Для каждого искомого вида атак может быть свой журнал событий, к примеру, события, формирующие злонамеренный трафик flooding-атаки со стороны некоторой группы не доверенных узлов сети. При этом некоторое событие, как например, событие подключение нового узла к сети, может дублироваться одновременно в нескольких экземплярах журналов. Отметим, что данные могут собираться на каждом узле сети, обладающем одним или несколькими аппаратными сенсорами или элементами интерфейсов взаимодействия с пользователями, а также на узлах, формирующих какие-либо системные или прикладные данные, в

том числе информационные события и сопряженную с ними информацию.

Стадия 3 включает предобработку данных, собранных и хранящихся на узлах сети. В целом предобработка может применяться для унификации представления данных – приведения данных к некоторому единому формату. Данные могут подвергаться нормализации и стандартизации. Данные также могут приводиться к одинаковым или сходным единицам измерения, одинаковому количеству знаков в дробных десятичных значениях. При этом стандартизация позволяет преобразовать данные в числовую выборку со средним значением равным 0, тогда как нормализация представляет преобразование в интервал $(0,1)$ с сохранением порядка.

Также предобработка на этой стадии применяется для сокращения размерности данных путем отбрасывания наименее значимых атрибутов, в том числе с помощью метода главных компонент. Возможно также сокращение объемов данных путем фильтрации части образцов данных, к примеру, повторяющихся во времени или, по факту, представляющих дублирование данных, полученных из разных источников. Подобная агрегация может производиться на основе правил обработки данных, задаваемых экспертно, исходя из семантики протекающих в сети процессов, происходящих событий и фактически собираемых образцов данных. Сокращение объемов хранящихся данных также может производиться за счет частичного или полного удаления устаревших данных, что определяется, во-первых, их временными метками и, во-вторых, их разновидностью и объемами доступных данных данного вида.

Тем не менее, отметим, что в общем случае агрегация данных не всегда приводит к фактическому уменьшению размера преобразуемых данных. В частности, формирование временных рядов на основе числовых последовательностей данных со сглаживанием шума в данных, отделением каких-либо краткосрочных флуктуаций, основываясь на различных схемах формирования таких рядов, может приводить к значительному увеличению вариативности временных рядов, которые необходимы для последующего анализа (Matar et al., 2023). Примером могут служить временные ряды с минимальными, средними, максимальными, медианными и др. характеристиками целевого показателя, сетевой активности беспроводных каналов узлов БСС за различные установленные промежутки времени функционирования узлов сети. При этом уменьшение размера анализируемых данных перспективно также при помощи использования корреляционных правил, сформулированных экспертно, которые позволяют в автоматическом режиме связывать отдельные события между собой, способствуя концентрированию значимой информации в рамках формируемых инцидентов информационной безопасности сети.

Стадия предобработки данных включает также шаги, направленные на исправление возможных ошибок и сбоев, в том числе ошибочно пропущенных значений сенсоров, некорректно сформированных или полученных пакетов данных, которые могут подвергаться преобразованиям в процессе передачи между узлами. Это может проводиться, в том числе за счет намеренной избыточности, закладываемой в модель данных БСС.

Входные данные для данной стадии представляют сырые, необработанные первичные данные в виде образцов данных логов, событий разного формата, прикладных и системных событий с явной привязкой ко времени и без нее, а также записи сетевого трафика. Входные данные собираются на различных узлах сети с возможностью как локальной предобработки непосредственно в местах сбора данных, так и преобразования на промежуточных узлах в сети — узлах коллекторах данных, или же на узлах, предназначенных для проведения анализа данных и обнаружения атакующих воздействий и различных аномалий. Выходными

данными являются упорядоченные, структурированные данные, которые могут сохраняться в виде CSV-файлов для последующего хранения и обработки.

Стадия 4 представляет стадию анализа данных, охватывающую использование, во-первых, статистических методов анализа собранных и предварительно обработанных данных, во-вторых, методов, построенных на базе правил, формируемых экспертно, и, в-третьих, методов интеллектуального анализа данных. К последнему классу методов относятся, в том числе методы кластеризации, одноклассовой классификации, автоэнкодеры и некоторые другие виды нейронных сетей, реализации которых применяются в качестве программных средств обнаружения аномалий. Для обнаружения атакующих воздействий перспективным является применение методов машинного обучения с учителем на основе бинарных и многоклассовых классификаторов в условиях наличия достаточных данных для проведения такого обучения с высоким качеством разметки обучающей и тестовой выборок данных. К входным данным стадии 4 можно отнести всю совокупность данных сети, собираемых и обрабатываемых устройствами сети, а также модель атак и аномалий, сформированную на стадии 1, тогда как к выходным данным относятся в первую очередь последовательность событий и инцидентов информационной безопасности, описывающих найденные атаки и аномалии. В частности, в режиме эксплуатации на выходе выдаются перечни атак *attack(type, time, {nodes})* и аномалий *anomaly(type, time, {nodes})* с указанием типа конкретной атаки или аномалии, временной меткой ее регистрации, а также перечнем узлов БСС, вовлеченных в атаку или формирующих соответствующую аномалию.

К отличительным особенностям методики, определяющим ее новизну, можно отнести ее комбинированный характер, выражаемый в совмещении различных видов данных, поступающих из разных источников – узлов сети, данных о характеристиках коммуникационных каналов, агрегированных статистических данных по группам узлов и прикладным процессам и др. с возможностью параллельного выполнения шагов методики. Кроме того, комбинирование появляется в возможности использования результатов работы процедур обнаружения атак и аномалий в качестве дополняющих исходных данных непосредственно в рамках последующих временных циклов выполнения методики. Это позволяет, в частности итеративно совершенствовать механизмы обнаружения инцидентов информационной безопасности, анализируя не только текущие выборки поступающих и обработанных данных, исторические первичные данные и их агрегированные представления, но также и результаты предыдущих итераций работы методики, в том числе, используя сведения о предыдущих найденных атаках и аномалиях.

К отличиям методики можно отнести также децентрализованный характер сбора данных, определяемый на основе правил взаимодействия узлов сети, и параметрах процесса сбора, настраиваемых в процессе конфигурирования инфраструктуры БСС.

Результаты и обсуждение.

Применение методики и дискуссия. Предложенная методика опробована на фрагменте программно-аппаратного прототипа беспроводной сенсорной сети, построенном на базе беспроводных коммуникационных интерфейсов XBee серии 2, микроконтроллеров Arduino Uno/Mega 2560 и одноплатного компьютера Raspberry Pi 4B, работающего под управлением операционной системы Ubuntu (Рис. 2).

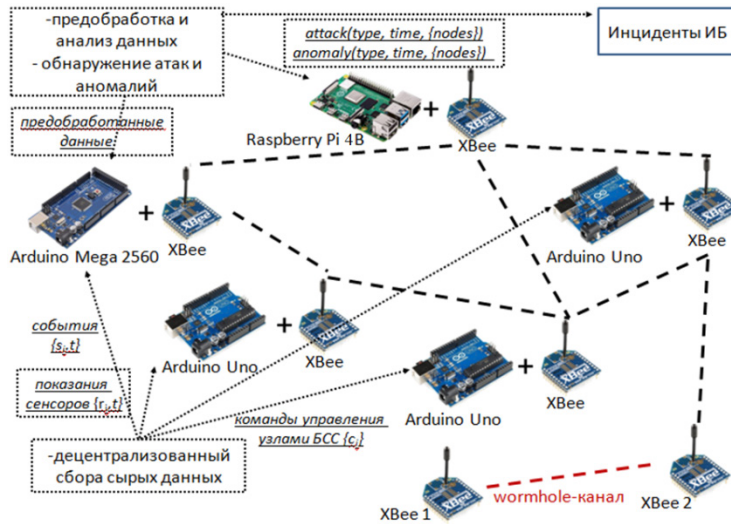


Рисунок 2. Применение методики сбора, предобработки и анализа данных в беспроводных сенсорных сетях для решения задач обнаружения атак и аномалий

Сетевая коммуникация в БСС осуществляется по протоколу ZigBee, поддерживаемому беспроводными интерфейсами XBee, работающими в связке с микроконтроллерами узлов и одноплатным компьютером. На конечные узлы, работающие на базе микроконтроллеров Arduino, накладываются обязанности по сбору первичных данных от узлов БСС. В общем случае собираемые децентрализованно данные подвергаются базовым процедурам предобработки, включающим фильтрацию, в рамках микроконтроллера Arduino Mega, тогда как на Raspberry Pi, поддерживающий возможность работы с библиотеками интеллектуального анализа данных, таких как Scikit-Learn и Keras, возлагаются функции классификации предобработанных данных для обнаружения атак и аномалий.

В условиях эксперимента с использованием данного прототипа БСС (Жукабаева и др., 2023) производится моделирование wormhole-атаки, позволяющее осуществлять несанкционированную селективную пересылку и прослушивание данных между узлами сети с использованием уязвимостей процесса маршрутизации в сети. Специализированный коммуникационный радиоканал между двумя узлами, скомпрометированными атакующим и используемые в процессе моделирования wormhole-атаки, схематично изображены красной штриховой линией на рис. 2. В контексте решения задач обнаружения wormhole-атаки на каждом конечном узле БСС производится сбор следующих видов событий:

- событий, связанных с формированием и изменением сетевой топологии БСС;
- событий отправки, получения и ретрансляции служебных и прикладных сообщений с использованием данного узла;
- событий окружения, содержащих показания аппаратных сенсоров, пользовательских интерфейсов и данные, снимаемые с шин доступа к каким-либо внешним модулям (если такие имеются).

В Таблице 1 приведены примеры для каждой разновидности событий, собираемых в рамках предложенной методики, на конечных узлах БСС для решения задачи обнаружения атак и аномалий на примере обнаружения атаки типа wormhole.

Table 1 – События, собираемые на конечных узлах БСС для решения задачи обнаружения на примере wormhole-атаки

Разновидность событий	Примеры данных
события сетевой топологии	– событие добавления коммуникационного канала связи с новым узлом БСС – событие изменения качества связи (показателя LQI) имеющегося коммуникационного канала
события передачи сообщений	– событие ретрансляции служебной AT-команды ND идентификации сетевой топологии – событие отправки подтверждающего сообщения на получение команды настройки узла
события окружения	– данные вводимые пользователем через модуль ввода-вывода, интегрированного в узел БСС – показания сенсора геопозиции узла

Кроме того, помимо указанных видов данных, на узле-координаторе БСС в рамках Raspberry Pi производится сбор логов операционной систем, включая

- события создания и завершения процессов;
- события открытия, закрытия и использования сетевых сокетов;
- события файловой системы;
- события изменения настроек компонентов операционной системы;
- события, связанные с работой периферийных устройств;
- различные пользовательские события.

Собираемые децентрализованно на узлах БСС первичные данные проходят стадию предобработки, после чего в рамках узла-контролера на Raspberry Pi формируются кортежи их признаков, соответствующих заданному признаковому пространству программного классификатора, распознающего заданный вид атак или аномалий. В частности, для wormhole-атак к наиболее значимым признакам относятся статистические данные маршрутов сообщений, значения сетевой интенсивности каждого отдельно узла, а также данные, характеризующие относительные или абсолютные расстояния между узлами и качество сигнала коммуникационных каналов.

В рамках проводимой апробации методики обнаружения wormhole-атаки производится с использованием следующих методов машинного обучения: дерева решений, машины опорных векторов (SVM) и метода k-ближайших соседей. При этом в качестве значений гипер-параметров этих методов используются значения по умолчанию, а также значения, формируемые на основе механизма Grid-search. Разметка собранных и предобработанных с использованием программно-аппаратного прототипа данных проводится с учетом, во-первых, меток времени, позволяющих идентифицировать моменты начала и завершения смоделированной атаки и, во-вторых, физических адресов беспроводных коммуникационных модулей XBee. Полученные значения точности и полноты классификации для всех трех указанных вариантов машинного обучения на имеющийся тестовой выборке превышают 0,95 и подтверждают выполнимость методики и перспективность ее использования на практике, в частности, в рамках сценариев функционирования беспроводных сенсорных сетей умного города.

К ограничениям предлагаемой методики можно отнести требование на выполнение процедур децентрализованного сбора и предобработки данных

о функционировании сети. Отметим, что в настоящий момент методика не учитывает возможные технические ошибки и ненамеренные сбои в работе БСС, а также не реализует сопряженную с этим необходимость контроля и повторной пересылки не доставленных адресату сообщений. Кроме того, отметим, организационно-техническую сложность формирования достоверной разметки данных, на которых проводится обучение с учителем. В частности, в общем случае это касается разделения логов событий на нормальные и смешанные – то есть данные, включающие, как данные нормы, так и атаки. В особенности подобная сложность может возникать при одновременном выполнении сценариев нескольких различных моделируемых атак одновременно. Последнее допущение представляется особенно актуальным, поскольку в отсутствии такого обучения показатели качества комбинированных атак в подобных ситуациях на практике могут значительно снизиться. Вместе с тем, заметим, что в отсутствии или в условиях недостаточно качественной разметки анализируемых данных все еще остается возможность обнаружения нарушений информационной безопасности при помощи методов обнаружения аномалий, таких как, методы кластеризации, метод на основе правила трех сигм, автоэнкодеры, метод распознавания статистических выбросов, методы одноклассовой классификации, которые не требуют наличия разметки исходных данных.

Для повышения эффективности методики, выражаемой в соблюдении баланса между объемами собираемых, обрабатываемых, анализируемых данных с узлов БСС и потребностью в аппаратных коммуникационно-вычислительных ресурсах оборудования узлов сети, возможно снижение как объемов собираемых и обрабатываемых данных, так и снижение размерности признакового пространства, используемого в процессе контролируемого или неконтролируемого машинного обучения для выявления атак и аномалий. В частности, для этого могут применяться различные методы объяснимого машинного обучения, позволяющие формировать и отбирать лишь те информационные признаки атак, которые вносят наиболее значимый вклад в определение целевой переменной в процессе классификации. Для этих целей возможно применять ранжирование признаков для каждого рассматриваемого вида атак, при котором возможно непосредственно вычислять относительный коэффициент важности каждого признака при помощи специализированных встроенных функций библиотеки Scikit-Learn. Возможна также схема, при которой для ранжирования информационных признаков проводится серия экспериментов по тестированию классификатора и сравнения результатов его работы на признаковом пространстве с исключением заданного признака. Тем самым, оценке поддается негативный эффект отсутствия рассматриваемого признака на целевую переменную. В случае визуализируемых методов машинного обучения с учителем, таких как деревья решений, для ранжирования признаков по степени их важности возможно применение методов визуализации, позволяющих получить такую оценку экспертно. Кроме того возможно применение метода LIME, включающего намеренное искажение данных и внесение в них информационного шума, а также метода SHAP, основанного на понятии коалиции информационных признаков с использованием аппарата теории игр.

Заключение

В работе предложена методика сбора, предобработки и анализа данных в беспроводных сенсорных сетях, которая может использоваться для организации программных средств обнаружения атакующих воздействий на БСС и аномалий в данных от узлов сети. Методика апробируется на фрагменте программно-аппаратного прототипа БСС, ориентированном на обеспечение работы сервисов умного города, в том числе с моделированием атаки типа wormhole, оперирующей

на сетевом уровне БСС. В рамках экспериментальной части работы подтверждена выполнимость предлагаемой методики на практике. Кроме того, проведен анализ преимуществ, ограничений методики, а также возможных направлений ее улучшения, в том числе за счет применения средств объяснимого машинного обучения, что будет способствовать снижению размерности признаков пространств, и как следствие, уменьшению вычислительных расходов узлов сети, выделяемых на работу компонентов обеспечения информационной безопасности.

В качестве направлений будущих исследований планируются дальнейшее тестирование предложенной методики на отличающихся наборах исходных данных, включающих логи моделируемых сценариев атак на узлы БСС, а также проведение экспериментов с механизмами объяснимого машинного обучения для повышения показателей эффективности процессов обнаружения атак и аномалий. Настоящая работа сотрудниками Международного научного комплекса «Астана» проводится при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант № AP19680345).

ЛИТЕРАТУРА

Auza J.M.N., Branco A. & Boisson de Marca J.R. (2014). Experimental evaluation of energy efficient algorithms for WSN using variable transmission powers, Proceedings of 2014 IEEE 9th IberoAmerican Congress on Sensors, Bogota, Colombia. — Pp. 1–4. — DOI: 10.1109/IBERSENSOR.2014.6995507. ND (Node Discovery. — URL: https://www.digi.com/resources/documentation/Digidocs/90002002/Content/Reference/r_cmd_ND.htm

Dubey S. & Agrawal C. (2013). A survey of data collection techniques in wireless sensor network. — *International Journal of Advances in Engineering & Technology*. — 6/4. — 1664–1673.

Jing X., Yan Z. & Pedrycz W. (2019). Security Data Collection and Data Analytics in the Internet: A Survey, IEEE Communications Surveys & Tutorials. — 21/1. — 586–618. — DOI: 10.1109/COMST.2018.2863942.

Maheshwari R., Gao J. & Das S.R. (2007). Detecting Wormhole Attacks in Wireless Networks Using Connectivity Information. Proceedings of 26th IEEE International Conference on Computer Communications. — IEEE INFOCOM 2007. Anchorage, AK. — USA. — Pp. 107–115. — DOI: 10.1109/INFCOM.2007.21.

Matar M., Xia T., Huguenard K., Huston D. & Wshah S. (2023) Multi-Head Attention based Bi-LSTM for Anomaly Detection in Multivariate Time-Series of WSN. Proceedings of 2023 IEEE 5th International Conference on Artificial Intelligence Circuits and Systems (AICAS), Hangzhou, China. — Pp. 1–5. — DOI: 10.1109/AICAS57966.2023.10168670.

Nguyen V.C., Coboi A., Van Nam B., Dang A., Le T., Nguyen H. & Nguyen M. (2021). ZigBee based data collection in wireless sensor networks. *International Journal of Informatics and Communication Technology (IJ-ICT)*. — 10/3. — 211–224. — DOI: 10.11591/ijict.v10i3. — Pp. 211–224.

Thahniyath G., Mishra P. & Moorthy S.R. (2022). Two phase secure data collection technique for wireless sensor networks (2022), Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. — 26/1. — Pp. 512–520. — DOI: 10.11591/ijeecs.v26.i1. — Pp. 512–520.

Rastogi A., Rastogi H., Rastogi Y. & Dubey D. (2024). Privacy-Preserving Data Aggregation Techniques for Enhanced Efficiency and Security in Wireless Sensor — Networks: A Comprehensive Analysis and Evaluation. — ArXiv preprint arXiv:2403.20120.

Romano L., D'Antonio S., Formicola V. & Coppolino L. (2012). Protecting the WSN Zones of a Critical Infrastructure via Enhanced SIEM Technology. Proceedings of International Conference on Computer Safety, Reliability, and Security (SAFECOMP 2012). Lecture Notes in Computer Science. — Vol 7613. — Springer, Berlin, Heidelberg. — Pp. 222–234. — DOI: 10.1007/978-3-642-33675-1_20.

Sowjanya K. & Prasad A.H. (2017). Secure Data Collection Technique for Wireless Sensor Networks Against Security Threats. *International Journal of Advanced Technology and Innovative Research*, — 9/2. — Pp. 227–231.

Sudheer B.N. & Sujatha K. (2023). A Brief Survey on Data Aggregation and Data Compression Models using Blockchain Model in Wireless Sensor Network. Proceedings of 2023 International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application (ICIDCA). — Uttarakhand, India. — Pp. 406–413. — DOI: 10.1109/ICIDCA56705.2023.10100009.

Xie H., Yan Z., Yao Z. & Atiquzzaman M. (2019). Data Collection for Security Measurement in Wireless Sensor — Networks: A Survey. — IEEE Internet of Things Journal, — 6/2. — 2205–2224. — DOI: 10.1109/JIOT.2018.2883403.

Zhukabayeva T.K., Desnitsky V.A. & Mardenov E.M. (2023). Approach to simulation modeling of wire-

less sensor networks for attack detection. — *Vestnik of St. Petersburg State University of Technology and Design Series 1.* — 4. — Pp. 28–33. — DOI 10.46418/2079-8199_2023_4_6 (in Rus).
LIME и SHAP. URL: <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/779430/>

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 177–189
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.275>

UDC 004.5

© **A.M. Jumagaliyeva¹, A.A. Shekerbek^{2*}, Zh.Zh. Khamitova²,
M. Svoboda³, S. Kaldar⁴, 2024**

¹Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan;

²Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan;

³European Institute of applied science and management, Prague, Czech;

⁴Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan.

E-mail: shekerbek80@mail.ru

ENHANCING CYBERSECURITY WITH ADAPTIVE ANOMALY DETECTION SYSTEMS THROUGH MACHINE LEARNING

Jumagaliyeva Ainur Maxsimovna — Senior Lecturer, Department of Information Technology Kazakh University of Technology and Business Astana, Kazakhstan

E-mail: jumagalievainur.m@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8632-5209>;

Shekerbek Ainur Azimbaevna — Senior Lecturer, Department of Information Systems, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

E-mail: shekerbek80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1088-42391>;

Khamitova Zhainagul Zhanatkyzy — Senior Lecturer, Department of Information Systems, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

E-mail: khamitova_zhzh@mail.ru <https://orcid.org/0009-0005-3351-7449>;

Svoboda Martin — MBA, Ph.D, European School of Management and Leadership, European Institute of applied science and management, Prague, Czech

E-mail: martinsvoboda191@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-7365-893X>;

Kaldar Saule — Lecturer Department of Informatics and biostatistics, Karaganda Medical University, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: kaldarsaule7@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4453-8630>.

Abstract. As cybersecurity threats grow in complexity and frequency, the inadequacy of traditional security measures to counter these evolving threats becomes increasingly apparent. This article investigated the integration of adaptive anomaly detection systems enhanced by machine learning as a vital advancement in cybersecurity defenses. Through an analytical and empirical study of diverse machine learning algorithms tailored for real-time anomaly detection, this research assessed the capacity of these systems to adaptively identify and mitigate cyber threats. The methodology included building adaptive models for anomaly detection using machine learning in Python, a thorough examination of the role of machine learning in pattern recognition and anomaly detection, and a critical analysis of system architecture and adaptive capabilities. The major findings revealed that machine learning-based adaptive anomaly detection systems significantly outperform traditional models by improving detection accuracy and reducing false positives, attributed to their continuous learning from data dynamics. These results under-

scored the importance and relevance of leveraging advanced machine learning technologies in cybersecurity, offering a proactive and intelligent approach to safeguarding digital infrastructures against the sophisticated threat landscape. This study not only proved the effectiveness of adaptive anomaly detection systems in enhancing cybersecurity but also emphasized the pressing need for ongoing research and innovation in this field, marking a crucial step toward developing more resilient and predictive security mechanisms.

Keywords: cybersecurity, machine learning, adaptive detection, anomaly, threats, blockchain technology, infrastructure security, advanced technologies, blockchain

© А.М. Джумагалиева¹, А.Ә. Шекербек^{2*}, Ж.Ж. Хамитова²,
М. Свобода³, С.А. Қалдар⁴, 2024

¹Қазақ технология және бизнес университеті, Астана, Қазақстан;

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

³Еуропалық қолданбалы ғылым және менеджмент институты, Прага, Чехия;

⁴Қарағанды медицина университеті, Қарағанды, Қазақстан.

E-mail: shekerbek80@mail.ru

АДАПТИВТІ АНОМАЛИЯНЫ АНЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ КИБЕРҚАУІПСІЗДІГІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АРҚЫЛЫ АРТТЫРУ

Джумагалиева Айнур Максимқызы — Қазақ технология және бизнес университетінің ақпараттық технологиялар кафедрасының аға оқытушысы, Астана қ., Қазақстан

E-mail: jumagalievaainur.m@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8632-5209>;

Шекербек Айнур Әзімбайқызы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан

E-mail: shekerbek80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1088-42391>;

Хамитова Жайнагүл Жанатқызы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан

E-mail: khamitova_zhzh@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-3351-7449>;

Свобода Мартин — MBA, Ph.D., Еуропалық басқару және көшбасшылық мектебі, Еуропалық қолданбалы ғылым және менеджмент институты, Прага, Чехия

E-mail: martinsvoboda191@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-7365-893X>;

Қалдар Сауле Ақжолқызы — Қарағанды Медицина университетінің информатика және биостатистика кафедрасының оқытушысы, Қарағанды, Қазақстан

E-mail: kaldarsaule7@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4453-8630>.

Аннотация. Киберқауіпсіздік қатерлері күрделірек және жиі бола бастаған сайын, осы дамып келе жатқан қауіптерге қарсы тұру үшін дәстүрлі қауіпсіздік шараларының тиімсіздігі барған сайын айқын бола түсуде. Бұл мақала ақпараттық технологиядағы киберқауіпсіздікті қорғаудағы маңызды прогресс ретінде машиналық оқыту арқылы жақсартылған адаптивті аномалияларды анықтау жүйелерін біріктіруді зерттеді. Нақты уақыттағы аномалияларды анықтауға арналған әртүрлі машиналық оқыту алгоритмдерін аналитикалық және эмпирикалық зерттеу арқылы бұл зерттеу осы жүйелердің киберқауіптерді бейімдеу және киберқауіптерді азайту қабілетін бағалады. Әдістеме ретінде Python тілінде машиналық оқыту арқылы аномалияларды анықтауға арналған адаптивті

модельдерді құру, үлгіні тану және аномалияларды анықтаудағы машиналық оқытудың рөлін мұқият тексеру, жүйе архитектурасы мен бейімделу мүмкіндіктерін сыни талдау кірді. Негізгі нәтижелер машиналық оқытуға негізделген адаптивті аномалияларды анықтау жүйелері анықтау дәлдігін арттыру және деректер динамикасынан үздіксіз үйренуге байланысты жалған позитивтерді азайту арқылы дәстүрлі үлгілерден айтарлықтай асып түсетінін көрсетті. Бұл нәтижелер цифрлық инфрақұрылымдарды күрделі қауіп ортасынан қорғауға белсенді және интеллектуалды тәсілді ұсына отырып, киберқауіпсіздікте машиналық оқытудың озық технологияларын пайдаланудың маңыздылығы мен өзектілігін көрсетті. Қорытындылай, мақала киберқауіпсіздікті арттырудағы адаптивті аномалияларды анықтау жүйелерінің тиімділігін дәлелдеп қана қоймай, сонымен бірге осы саладағы үздіксіз зерттеулер мен инновациялардың шұғыл қажеттілігін, икемді және болжамды қауіпсіздік тетіктерін әзірлеу жолындағы маңызды қадамды көрсетті.

Түйін сөздер: киберқауіпсіздік, машиналық оқыту, адаптивті анықтау, аномалия, киберқауіптер, блокчейн технологиясы, инфрақұрылымдық қауіпсіздік, озық технологиялар

© А.М. Джумагалиева¹, А.А. Шекербек^{2*}, Ж.Ж. Хамитова², М. Свобода³,
С.А. Калдар⁴, 2024

¹Казахский университет технологий и бизнеса, Астана, Казахстан;

²Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

³Европейский институт прикладных наук и менеджмента, Прага, Чехия;

⁴Медицинский университет Караганды, Караганда, Казахстан.

E-mail: shekerbek80@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ ПОСРЕДСТВОМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Джумагалиева Айну́р Макси́мовна — старший преподаватель кафедры информационных технологий Казахский университет технологии и бизнеса, Астана, Казахстан

E-mail: jumagalievaainur.m@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8632-5209>;

Шекербек Айну́р Азиму́баевна — старший преподаватель кафедры информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: shekerbek80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1088-42391>;

Хамитова Жайнагу́ль Жа́натқызы — старший преподаватель кафедры информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: khamitova_zhzh@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-3351-7449>;

Свобода Марти́н — MBA, Ph.D., Европейская школа менеджмента и лидерства, Европейский институт прикладных наук и менеджмента, Прага, Чехия

E-mail: martinsvoboda191@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-7365-893X>;

Калдар Сауле Ақжолқызы — преподаватель кафедры Информатики и биостатистики Медицинского университета Караганды, Караганда, Казахстан

E-mail: kaldarsaule7@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-4453-8630>.

Аннотация. По мере того, как угрозы кибербезопасности становятся все более сложными и частыми, неэффективность традиционных мер безопасности для противодействия этим развивающимся угрозам становится все более очевидной. В этой статье исследовалась интеграция адаптивных систем обнаружения аномалий, улучшенных машинным обучением как жизненно важного достижения в области защиты от кибербезопасности в сфере информационных технологий. Благодаря аналитическому и эмпирическому изучению различных алгоритмов машинного обучения, предназначенных для обнаружения аномалий в режиме реального времени, данное исследование оценило способность этих систем адаптивно выявлять и смягчать киберугрозы. Методология включила в себя создание адаптивных моделей для выявления аномалий с использованием машинного обучения на языке Python, тщательное изучение роли машинного обучения в распознавании образов и обнаружении аномалий, а также критический анализ архитектуры системы и адаптивных возможностей. Основные результаты показали, что адаптивные системы обнаружения аномалий на основе машинного обучения значительно превосходят традиционные модели за счет повышения точности обнаружения и уменьшения количества ложных срабатываний, что связано с их непрерывным обучением на основе динамики данных. Эти результаты подчеркнули важность и актуальность использования передовых технологий машинного обучения в кибербезопасности, предлагая упреждающий и интеллектуальный подход к защите цифровых инфраструктур от сложной среды угроз. Это исследование не только доказало эффективность адаптивных систем обнаружения аномалий в повышении кибербезопасности, но также подчеркнуло острую необходимость в постоянных исследованиях и инновациях в этой области, что стало решающим шагом на пути к разработке более устойчивых и прогнозирующих механизмов безопасности.

Ключевые слова: кибербезопасность, машинное обучение, адаптивное обнаружение, аномалия, угрозы, технология блокчейн, инфраструктурная безопасность, передовые технологии

Introduction

In the rapidly evolving landscape of digital technology, cybersecurity has emerged as a critical concern for individuals, corporations, and governments alike. The sophistication and frequency of cyber attacks are on the rise, rendering traditional security measures increasingly ineffective. Among the arsenal of tools available for defending against such threats, anomaly detection stands out as a cornerstone technique for identifying unusual patterns that may signify a security breach. However, the static nature of conventional anomaly detection methodologies, which rely on predefined rules or thresholds, is a significant limitation. These systems often struggle to adapt to the dynamic nature of cyber threats, resulting in high false positive rates and an inability to detect novel types of attacks.

Enter the realm of adaptive anomaly detection systems, which leverage the power of machine learning (ML) to continually learn from data patterns, thereby enhancing their ability to identify potential security breaches. Unlike traditional systems, adaptive models do not rely solely on historical attack signatures. Instead, they can analyze and learn from evolving data in real time, enabling them to recognize new and sophisticated cyber threats. This dynamic approach to anomaly detection represents a paradigm shift in cybersecurity, offering the potential to significantly improve the detection accuracy and

reduce false positives. The importance of this shift cannot be overstated, as cybercrime costs are expected to grow by 15 % per year over the next five years, reaching \$10.5 trillion USD annually by 2025, according to Cybersecurity Ventures. Furthermore, a report by IBM revealed that the average time to identify and contain a breach was 280 days, highlighting the critical need for more proactive and adaptive security measures. The same report also underscores the financial stakes, with the global average cost of a data breach reaching \$3.86 million in 2020 (Ahmadi-Assalemi et al., 2022). Given that an estimated 70 % of breaches are initiated by sophisticated cyber-attacks, many of which employ novel tactics that evade traditional detection methods, the case for adaptive anomaly detection systems becomes even more compelling (Alloghani et al., 2020).

The objective of this article is to explore the potential of machine learning-based adaptive systems in enhancing anomaly detection capabilities within the domain of cybersecurity. We propose a novel approach that not only addresses the limitations of traditional systems but also introduces a level of adaptability previously unseen in cybersecurity measures. By integrating machine learning algorithms that excel in pattern recognition and anomaly detection, we aim to develop a system that is not only reactive to known threats but also proactive in identifying emerging risks. This exploration involves a thorough analysis of machine learning algorithms suitable for real-time anomaly detection, the architectural considerations for implementing such systems, and the challenges and opportunities associated with adaptive cybersecurity solutions. Through this investigation, we seek to contribute to the ongoing dialogue in the cybersecurity community regarding the integration of advanced technologies in security strategies. By highlighting the effectiveness and adaptability of machine learning-based anomaly detection systems, this article aims to pave the way for more resilient cybersecurity defenses capable of countering the sophisticated and ever-changing landscape of cyber threats.

Materials and methods

The burgeoning field of adaptive anomaly detection in cybersecurity has been marked by an extensive exploration of machine learning methodologies, each contributing to our understanding and capabilities in this domain. Elmrabit *et al.* (2020) pioneered the comparison of supervised, unsupervised, and semi-supervised learning models, revealing that unsupervised learning, in particular, offers substantial potential for detecting novel threats without the need for labeled data. This methodological exploration laid the groundwork for further investigations into the applicability of specific ML techniques for anomaly detection (Al-Turaiki & Altwaijry, 2021). Deep learning models, as explored by Mohammadi *et al.* (2020), have been identified as especially effective, with their ability to unearth complex patterns within large datasets significantly reducing false positive rate is a key finding that marks a substantial improvement over traditional detection methods. The study reported a notable enhancement in detection accuracy, with Deep Neural Networks and Recurrent Neural Networks outperforming classical machine learning models in identifying sophisticated cyber threats (Elmrabit et al., 2020). The advent of reinforcement learning in the context of adaptive systems, highlighted in the work of Ravikumar *et al.* (2020), introduced a dynamic element to anomaly detection. This research demonstrated that reinforcement learning could allow systems to modify their detection strategies based on feedback, presenting a methodological innovation that resulted in increased responsiveness to emerging threats. The key result here was an adaptive system that could

evolve, showcasing an improved ability to handle the ever-changing landscape of cyber threats (Jumagaliyeva et al., 2024a: 13).

Furthermore, the integration of unsupervised learning techniques, as discussed by Ahmadi-Assalemi *et al.* (2022), tackled the challenge of limited labeled data in cyber threat detection. Techniques like Isolation Forests and Autoencoders were shown to effectively identify data outliers, indicating anomalous activity without predefined knowledge of what constitutes an attack. This approach yielded promising results in detecting unseen threats, underscoring the potential of unsupervised learning in enhancing the adaptability of anomaly detection systems (Jumagaliyeva et al., 2024b: 16).

In the context of enhancing cybersecurity with adaptive anomaly detection systems, the work of Jumagaliyeva *et al.* (2024) on the Analysis of research on the implementation of Blockchain technologies marks a significant intersection between Blockchain technology and cybersecurity measures in electronic voting systems. Their investigation highlights how Blockchain's inherent properties of immutability and decentralization can address critical cybersecurity concerns in e-voting, offering a layer of security that prevents tampering and ensures transparency. This integration of Blockchain within the realm of cybersecurity exemplifies a forward-thinking approach to safeguarding digital infrastructures, especially in sensitive applications like electoral processes. The study underscores the potential of Blockchain to enhance the robustness and trustworthiness of electronic voting systems, contributing valuable insights into the amalgamation of advanced technologies for cybersecurity enhancement (Hosseinzadeh et al., 2021).

In summary, the literature collectively underscores a significant evolution in anomaly detection methodologies, from the initial application of machine learning models to the sophisticated integration of adaptive and hybrid systems. The key findings across these studies reveal an overarching trend towards increasing the accuracy, reducing false positives, and enhancing the adaptability of anomaly detection systems in the face of sophisticated and evolving cyber threats. These results not only demonstrate the efficacy of machine learning in cybersecurity but also highlight the critical areas for future research, particularly in terms of scalability, computational efficiency, and the development of datasets that reflect the contemporary digital threat landscape.

The methodology employed in this study on enhancing cybersecurity through adaptive anomaly detection systems involves a comprehensive examination of machine learning algorithms suitable for detecting anomalies in network traffic. Adaptive anomaly detection systems utilize machine learning to identify and respond to unusual patterns in data that deviate from established norms. These systems are termed "adaptive" because they can learn from data continuously, thereby improving their accuracy over time. Initially, the system gathers and processes data, selecting features that are indicative of normal operations. A machine learning model is then trained on historical data, which has been categorized as normal or anomalous, to recognize complex patterns. Once the training phase is complete, the model is employed to scrutinize new data, making predictions about its normality or anomaly.

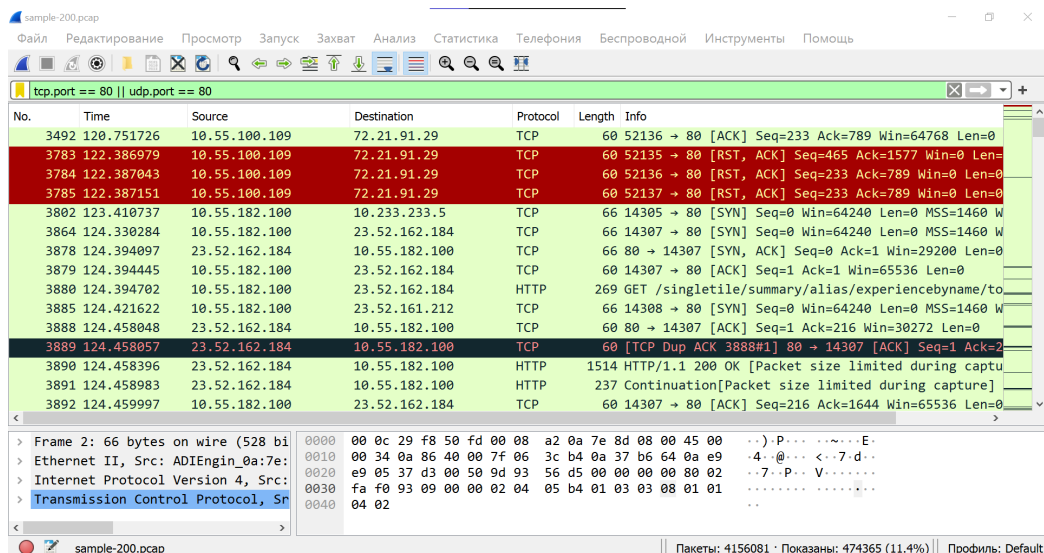


Figure 1. Data gathering from network

1. Data Gathering: Initially, network data is collected—this stage is vital as accurate analysis depends on a comprehensive dataset.
2. Preprocessing: The data is then cleaned and normalized, a crucial step that ensures the model trains on quality information.

The adaptability of the system is evident as it updates its models in response to new information, employing techniques such as online learning to adjust to what is considered “normal.” When an anomaly is detected, the system can trigger alerts or take pre-defined actions to mitigate potential issues. The effectiveness of the system is enhanced through a feedback loop where anomalies are reviewed by human experts, and their input is used to refine the model (Markevych & Dawson, 2023). This continuous cycle of learning, detection, and feedback ensures that the anomaly detection system becomes more adept over time, offering a robust defense against the evolving landscape of network security threats.



Figure 2. Model training and visualization of detected anomalies

3. Feature Selection: Features such as ‘Packet Length’ and ‘Destination Port’ are carefully chosen for their significance in network patterns.
4. Model Training: The model learns from the training data, a pivotal stage where it gains the ability to recognize normal behavior and detect deviations.
5. Prediction: The trained model classifies traffic in the test set, identifying anomalies and setting the stage for visualization.
6. Visualization: A scatter plot transforms the data into an intuitive visual format, highlighting anomalies and providing quick insights (Figure 2).
7. Interpretation: The plot is analyzed, giving immediate context to the model’s performance and revealing potential security or operational issues.
8. Model Refinement: Insights from the plot inform iterative model improvements, ensuring the detection system evolves with the data it analyzes.
9. Documentation: The entire process and findings are documented, creating a valuable record for future reference and decision-making.

The Multi-Scale Anomaly Detection scoring is integral to adaptive anomaly detection systems in machine learning as it provides a dynamic, multi-dimensional assessment of network behavior, crucial for models that must adapt to evolving data

patterns (Mohammadi Rouzbahani et al., 2020). By analyzing deviations across multiple timeframes, the Multi-Scale Anomaly Detection approach enables machine learning algorithms to adjust to new types of anomalies and refine their detection capabilities iteratively. This flexibility is vital for identifying complex, correlated patterns that static systems might miss, allowing for real-time updates to the model’s understanding of what constitutes an anomaly, thus maintaining robust network security in an ever-changing digital environment.

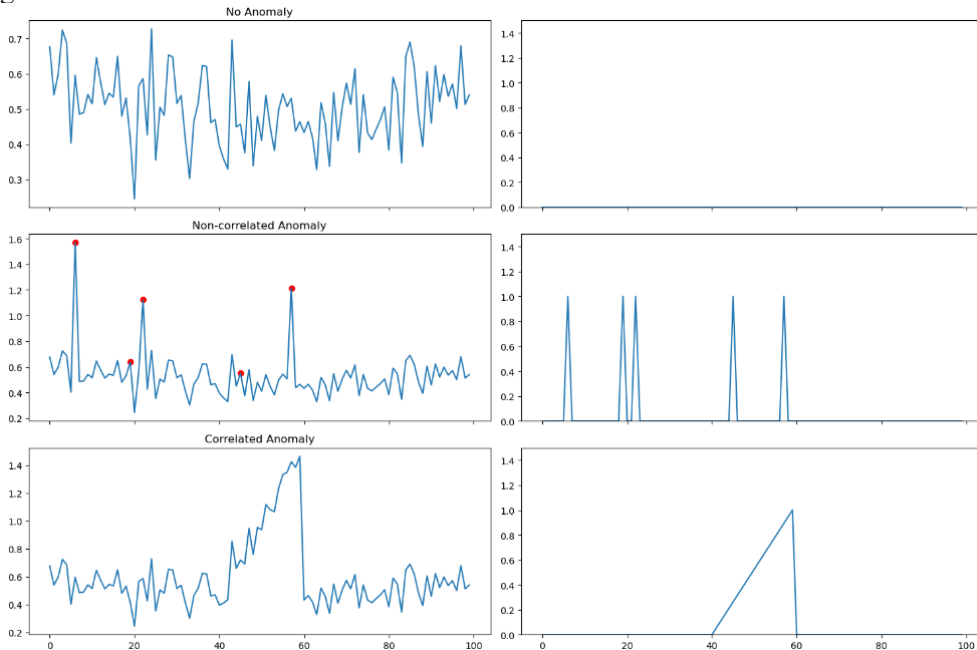


Figure 3. Multi-Scale anomaly detection algorithms

The visualizations in Figure 3 offer a nuanced approach to the analysis of network traffic, utilizing the Multi-Scale Anomaly Detection scoring system. This system is designed to detect and evaluate deviations in data behavior over time, providing a quantifiable measure of anomaly presence and significance. Each subplot in the figure captures a distinct type of anomaly within a time series of network traffic, presented in both raw data and Multi-Scale Anomaly Detection score form:

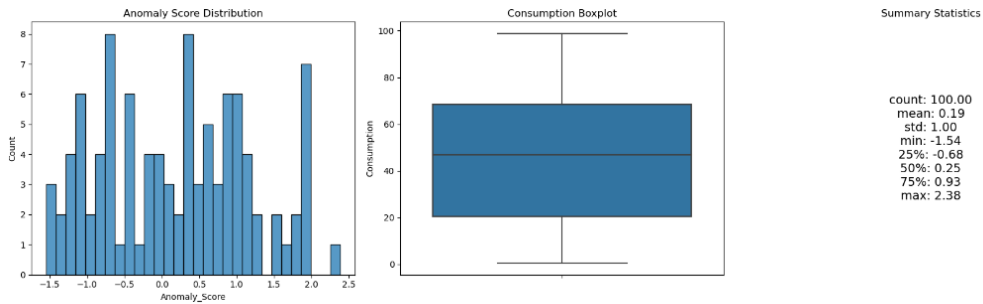
- Panel (a) - Baseline (No Anomaly): This panel acts as a control, displaying a normal range of traffic fluctuations without any detected anomalies. The Multi-Scale Anomaly Detection score remains flat and close to the baseline, signifying the absence of significant deviations that would be indicative of network threats or failures.
- Panel (b) - Sporadic Anomalies (Non-correlated): Here, individual spikes in the Multi-Scale Anomaly Detection score signal the presence of anomalies. These are independent and isolated incidents within the network traffic, as depicted by the uncorrelated peaks in the scoring. The sporadic nature of these anomalies suggests they may be random or one-off events that require individual investigation.
- Panel (c) - Systematic Anomalies (Correlated): Contrasting with the previous panels, this one exhibits a series of correlated anomalies, implying a systemic

issue within the network. The continuous and correlated upward trend in the Multi-Scale Anomaly Detection score points to a persistent and potentially more severe problem, such as a coordinated attack or network malfunction, necessitating immediate and comprehensive intervention (Mokhtari et al., 2021).

The Multi-Scale Anomaly Detection scoring effectively distills complex time series data into a simpler form that highlights areas of concern, enabling network analysts to focus on specific time intervals where traffic behavior deviates from the norm. This method serves as a critical tool for ongoing network monitoring and maintenance, allowing for the timely detection of both discrete and ongoing network abnormalities.

Results and discussion

In the analysis of the results, we meticulously dissected the output from the machine learning model, which was trained to detect anomalies in network traffic. The histogram of anomaly scores, a key feature of our results (as seen in Figure 6), revealed an intriguing distribution: a substantial concentration of activity around the lower score values and an elongated tail reaching into higher scores. This pattern suggests that while most of the network behavior is within expected norms, the model has flagged a subset of events with significantly higher anomaly scores, warranting further scrutiny.



	DateTime	Consumption	Anomaly_Score	Alert_Indicator
0	2024-01-01 00:00:00	54.881350	-1.165150	0
1	2024-01-01 01:00:00	71.518937	0.900826	0
2	2024-01-01 02:00:00	60.276338	0.465662	0
3	2024-01-01 03:00:00	54.488318	-1.536244	0
4	2024-01-01 04:00:00	42.365480	1.488252	0
5	2024-01-01 05:00:00	64.589411	1.895889	0
6	2024-01-01 06:00:00	43.758721	1.178780	0
7	2024-01-01 07:00:00	89.177300	-0.179925	0
8	2024-01-01 08:00:00	96.366276	-1.070753	0
9	2024-01-01 09:00:00	38.344152	1.054452	0

Figure 4. Results of anomaly detection by using machine learning training model

The boxplot for consumption provides an additional layer of understanding, presenting the spread and central tendency of data usage within the network. Here, outliers stand apart, depicted as points that diverge from the main cluster of the data. These data points are critical, as they may represent instances of abnormal consumption that could be symptomatic of network issues or security breaches.

Complementing these visual insights, the summary statistics furnish a quantitative snapshot of the anomaly scores, highlighting metrics that reveal the depth and sever-

ity of the detected anomalies. For instance, the mean anomaly score suggests a baseline against which deviations are measured, while the standard deviation provides a sense of the variability within the anomaly scores. The table enriches our analysis with granular details. It pairs the datetime of network events with their corresponding consumption and anomaly score, augmented by an alert indicator for scores that surpass a predetermined threshold (Mozaffari et al., 2020). This granular view is pivotal, allowing us to pinpoint the precise moments when the network deviated from its regular pattern and to potentially correlate these with known network incidents or operational changes. From these results, we can infer the adaptability and acuity of our anomaly detection system. The ability of the system to not only identify outliers but also to quantify their deviation from the norm speaks to the robustness of the underlying model. Furthermore, the visual and statistical representation of these anomalies equips network operators with actionable intelligence, enabling prompt and informed decision-making to mitigate potential risks. Our results analysis underscores the efficacy of our anomaly detection approach, combining the strength of machine learning with the clarity of visual analytics. This integrated method allows for an agile and informed response to maintaining network integrity and security.

Challenge	Potential implications	Proposed solutions
Dynamic Environment Adaptability	Model may not react quickly to new patterns in network traffic.	Integrate online learning algorithms to update the model in real-time.
Feature Selection	Incorrect or suboptimal features could lead to poor anomaly detection.	Employ feature engineering techniques and domain expertise to refine feature selection.
Scalability and Efficiency	High data volumes could slow down analysis and increase computational cost.	Optimize algorithms for performance, consider distributed computing environments.
Anomaly Labeling Accuracy	Inaccurate labeling can lead to an ineffective model.	Use semi-supervised learning with human-in-the-loop validation for labeling.
Balancing Sensitivity and Specificity	Over-tuning to one can result in loss of the other, affecting the quality of detection.	Apply cross-validation techniques and adjust model parameters to optimize both metrics.
False Positive Reduction	High false positive rates can desensitize response teams to alerts.	Implement a secondary confirmation loop, such as rule-based filtering, before alerting.
Real-time Data Stream Challenges	Streaming data may have different characteristics from historical data.	Develop adaptive streaming algorithms that can handle concept drift.
Interpretable Results	Complex models may provide good detection but lack explainability.	Explore models that balance accuracy with interpretability, like decision trees or rule-based systems.
Integration with Existing Systems	ML models must work within the existing IT ecosystem without causing disruptions.	Design APIs and microservices for smooth integration with current IT infrastructure.
Data Privacy and Security	Handling sensitive data requires adherence to privacy standards and regulations.	Implement robust encryption and anonymization protocols for sensitive data.

Table 1. Potential implications and proposed solutions for machine learning detection

The deployment of machine learning models for real-time anomaly detection in network systems is an intricate task that presents several challenges (Table 1). These

range from ensuring the model's adaptability to dynamic environments to maintaining the balance between detection sensitivity and specificity. The proposed solutions emphasize the necessity for ongoing model refinement, optimization of computational resources, and the integration of human expertise to augment the automated processes. Moreover, considerations around data privacy and seamless integration with existing systems highlight the multifaceted nature of implementing such technology. Addressing these challenges is paramount to develop a robust, efficient, and trustworthy anomaly detection system that can operate effectively within the ever-evolving landscape of network traffic. The strides made towards overcoming these hurdles will not only enhance network security but also contribute to the broader field of applied machine learning (Nassif et al., 2021).

The empirical findings underscore the substantial potential of machine learning algorithms to adaptively pinpoint and mitigate cyber threats, offering a glimpse into a future where cybersecurity measures are increasingly intelligent, responsive, and effective. This evolution is anticipated to pivot around the integration of more sophisticated artificial intelligence techniques, such as deep learning for intricate pattern recognition and reinforcement learning for dynamic decision-making based on real-time data.

The discussion extends beyond current capabilities, speculating on future enhancements in anomaly detection systems. These enhancements could include improved computational efficiency to handle vast data volumes generated by expanding digital infrastructures and seamless integration with burgeoning technologies like the Internet of Things (IoT), which will likely introduce new vulnerabilities and attack vectors. Moreover, the discourse acknowledges the challenges lying ahead, particularly the need for systems that can evolve without human intervention while ensuring the privacy and security of data. As the digital threat landscape becomes increasingly complex, the necessity for adaptive systems that can pre-emptively identify and neutralize novel threats becomes paramount (Ravikumar & Govindarasu, 2020). Hence, the future of cybersecurity, as illuminated by this study, points towards a paradigm where machine learning not only enhances the detection of anomalies but also drives the initiative-taking development of cybersecurity defenses. This initiative-taking approach is critical in an era where the sophistication and frequency of cyber-attacks continue to escalate. Through continuous learning and adaptation, anomaly detection systems are envisioned to become more than just a shield against attacks; they will evolve into predictive instruments, forecasting and neutralizing threats before they can cause harm, thereby ensuring a more secure and resilient digital ecosystem.

Conclusion

The conclusion of the research delineates the transformative potential of machine learning-enhanced adaptive anomaly detection systems in fortifying cybersecurity. Such systems represent a quantum leap over traditional mechanisms, dynamically evolving through continuous learning to detect and mitigate emergent cyber threats effectively. The presented findings, including the distribution of anomaly scores and consumption patterns, highlight the precision of these advanced models in identifying genuine security breaches while minimizing false alerts. This study lays the groundwork for overcoming challenges related to real-time data analysis, advocating for strategies that scale efficiently and integrate seamlessly with existing cybersecurity infrastructures. The integration of machine learning into cybersecurity regimes emerges as a crucial step towards building robust defenses capable of preempting the sophisticated threat landscape that character-

izes the digital age. Future endeavors must focus on refining these intelligent systems, enhancing their capacity to adapt and respond to the intricacies of network environments, ensuring compliance with data privacy standards, and upholding the integrity of digital ecosystems.

REFERENCES

- Ahmadi-Assalemi G., Al-Khateeb H., Epiphaniou G. & Aggoun A. (2022). Super learner ensemble for anomaly detection and cyber-risk quantification in industrial control systems. — *IEEE Internet of Things Journal*, — 9(15). — 13279–13297. — <https://doi.org/10.1109/JIOT.2022.3144127>
- Alloghani M., Al-Jumeily D., Hussain A., Mustafina J., Baker T. & Aljaaf A.J. (2020). Implementation of machine learning and data mining to improve cybersecurity and limit vulnerabilities to cyber attacks. Nature-inspired computation in data mining and machine learning. — 47–76. — https://doi.org/10.1007/978-3-030-28553-1_3
- Al-Turaiki I. & Altwaijry N. (2021). A convolutional neural network for improved anomaly-based network intrusion detection. — *Big Data*. — 9(3). — 233–252. — <https://doi.org/10.1089/big.2020.0263>
- Elmrabit N., Zhou F., Li F. & Zhou H. (2020, June). Evaluation of machine learning algorithms for anomaly detection. In 2020 international conference on cyber security and protection of digital services. — cyber security. — Pp. 1–8. — IEEE. <https://doi.org/10.1109/CyberSecurity49315.2020.9138871>
- Jumagaliyeva A., Abdykerimova E., Turkmenbayev A., Muratova G., Talgat A. & Shekerbek A. (2024). Analysis of research on the implementation of Blockchain technologies in regional electoral processes. — *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*. — 14(3). — 2854–2867. — <https://doi.org/10.11591/ijece.v14i3>. — Pp. 2854–2867
- Jumagaliyeva A., Shekerbek, A., Baibulova M., Ongarbayeva A. & Tokkuliyeveva A., (2024). Analysis of implementation blockchain technology to electronic voting system. — *News of NAS RK. Physical-mathematical series*. — №1(349). — 2024. — Pp.136–152. — <https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.247>
- Hosseinzadeh M., Rahmani A.M., Vo B., Bidaki M., Masdari M. & Zangakani M. (2021). Improving security using SVM-based anomaly detection: issues and challenges. *Soft Computing*. — 25(4). — 3195–3223. — <https://doi.org/10.1007/s00500-020-05373-x>
- Markevych M. & Dawson M. (2023, July). A review of enhancing intrusion detection systems for cybersecurity using artificial intelligence (ai). In International conference Knowledge-based Organization. — Vol. 29. — No. 3. — Pp. 30–37. — <https://doi.org/10.2478/kbo-2023-0072>
- Mohammadi Rouzbahani H., Karimipour H., Rahimnejad A., Dehghantanha A. & Srivastava G. (2020). Anomaly detection in cyber-physical systems using machine learning. — *Handbook of big data privacy*. — 219–235. — https://doi.org/10.1007/978-3-030-38557-6_10
- Mokhtari S., Abbaspour A., Yen K.K. & Sargolzaei A. (2021). A machine learning approach for anomaly detection in industrial control systems based on measurement data. *Electronics*. — 10(4). — 407. — <https://doi.org/10.3390/electronics10040407>
- Mozaffari F.S., Karimipour H. & Parizi R.M. (2020). Learning based anomaly detection in critical cyber-physical systems. — *Security of Cyber-Physical Systems: Vulnerability and Impact*. — 107–130. — https://doi.org/10.1007/978-3-030-45541-5_6
- Nassif A.B., Talib M.A., Nasir Q. & Dakalbab F.M. (2021). Machine learning for anomaly detection: A systematic review. — *IEEE Access*, 9. — 78658–78700. — <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3083060>
- Ravikumar G. & Govindarasu M. (2020). Anomaly detection and mitigation for wide-area damping control using machine learning. — *IEEE Transactions on Smart Grid*. — <https://doi.org/10.1109/TSG.2020.2995313>

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 2, Number 350 (2024). 190–204

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.276>

УДК 004.931

© **A.A. Ismailova¹, G. Murzabekova^{1*}, M.Zh. Bazarova², G.Zh. Nurova³,
G.T. Azieva⁴, 2024**

¹S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan;

²Sarsen Amanzholov East Kazakhstan university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan;

³Branch of the Academy of Public Administration under the President of the Republic of
Kazakhstan in the Kyzylorda region, Kyzylorda, Kazakhstan;

⁴ESIL University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: murzabekova.gulden@mail.ru

FORECASTING PRICES IN THE STOCK MARKET USING DEEP LEARNING METHODS

Ismailova Aisulu — PhD, associate professor, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan

E-mail: a.ismailova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8958-1846>;

Murzabekova Gulden — Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Associate Professor of the Department of Computer Science, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Astana, Kazakhstan

E-mail: murzabekova.gulden@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9807-5200>;

Bazarova Madina — Sarsen Amanzholov East Kazakhstan university, Deputy Dean for Academic Affairs of the Higher School of IT and Natural Sciences, PhD, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

E-mail: madina_vkgtu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2580-6580>,

Nurova Gulsara — Branch senior lecturer of the Academy of Public Administration under the President of the Republic of Kazakhstan in Kyzylorda region, Master, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: gulsara-1983@mail.ru;

Azieva Gulmira — Senior Lecturer, Department of Information Systems and Technologies, Esil University, Astana, Kazakhstan

E-mail: gulmira_azieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7329-6768>.

Abstract. This article focuses on the development of stock market price prediction models using artificial neural networks and machine learning methods. The main goal of the study is to improve forecast accuracy by analyzing historical data on stock prices, macroeconomic indicators, news events and technical indicators. The work discusses in detail the principles of deep learning, including convolutional neural networks (CNN), recurrent neural networks (RNN), as well as their modifications LSTM and GRU. The research covers aspects of financial time series processing such as data preprocessing, creation of training and test sets, and selection of metrics for evaluating models. The results show the promise of the proposed models for stock market price forecasting, highlighting the importance of an integrated approach to achieve accurate and reliable forecasts in dynamic financial markets. The article highlights the importance

of integrating various factors into models, including historical data, macroeconomic indicators, news events, and technical indicators, to identify trends and anomalies. It also offers a selection of suitable deep learning architectures, such as LSTM and GRU, which have proven effective in adapting to complex data dependencies. Experimental results highlight the benefits of these architectures in predicting stock market prices, providing valuable insights for financial analysis and asset management professionals.

Keywords: Machine learning, Stock market, Stock prices, Macroeconomic indicators, Convolutional neural networks

Conflict of interest: *The authors declare that there is no conflict of interest.*

© А.А. Исмаилова¹, Г.Е. Мырзабекова^{1*}, М.Ж. Базарова², Г.Ж. Нурова³,
Г.Т. Азиева⁴, 2024

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан;

²С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Өскемен, Қазақстан;

³Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Мемлекеттік басқару академиясының Қызылорда облысы бойынша филиалы, Қызылорда, Қазақстан;

⁴Есіл университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: murzabekova.gulden@mail.ru

ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ҚАРЖЫ НАРЫҒЫНДАҒЫ БАҒАЛАРДЫ БОЛЖАУ

Исмаилова Айсулу Абжаппаровна — PhD, қауымдастырылған профессор, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: a.ismailova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8958-1846>;

Мырзабекова Гүлден Есләмбекқызы — С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, «Компьютерлік ғылымдар» кафедрасының доценті, физика-математика ғылымдарының кандидаты, Астана, Қазақстан

E-mail: murzabekova.gulden@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9807-5200>;

Базарова Мадина Жомартовна — С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, IT және жаратылыстану ғылымдары жоғары мектебі деканының оқу ісі жөніндегі орынбасары, PhD, Өскемен, Қазақстан

E-mail: madina_vkgtu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2580-6580>;

Нурова Гүлсара Жеткергенқызы — Қазақстан Республикасы Президенті жанындағы Мемлекеттік басқару академиясының Қызылорда облысы бойынша филиалының аға оқытушысы, Магистр, Қызылорда, Қазақстан

E-mail: gulsara-1983@mail.ru;

Азиева Гүльмира Тагибергеновна — Есіл университетінің ақпараттық жүйелер және технологиялар кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан

E-mail: gulmira_azieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7329-6768>.

Аннотация. Бұл мақала жасанды нейрондық желілер мен машиналық оқыту әдістерін пайдалана отырып, қор нарығының бағасын болжау үлгілерін жасауға бағытталған. Зерттеудің негізгі мақсаты – акциялар бағасы, макроэкономикалық көрсеткіштер, жаңалықтар оқиғалары және техникалық көрсеткіштер туралы

тарихи деректерді талдау арқылы болжамның дәлдігін арттыру. Жұмыста терең оқыту принциптері, соның ішінде конволюционды нейрондық желілер (CNN), қайталанатын нейрондық желілер (RNN), сондай-ақ олардың LSTM және GRU модификациялары егжей-тегжейлі қарастырылады. Зерттеу деректерді алдын ала өңдеу, оқу және сынақ жиындарын құру және үлгілерді бағалау үшін көрсеткіштерді таңдау сияқты қаржылық уақыт серияларын өңдеу аспектілерін қамтиды. Нәтижелер динамикалық қаржы нарықтарында дәл және сенімді болжамдарға қол жеткізу үшін кешенді тәсілдің маңыздылығын көрсете отырып, қор нарығының бағасын болжау үшін ұсынылған үлгілердің уәдесін көрсетеді. Мақалада тенденциялар мен ауытқуларды анықтау үшін тарихи деректерді, макроэкономикалық көрсеткіштерді, жаңалықтар оқиғаларын және техникалық көрсеткіштерді қоса алғанда, үлгілерге әртүрлі факторларды біріктірудің маңыздылығы көрсетілген. Ол сондай-ақ күрделі деректер тәуелділігіне бейімделуде тиімділігі дәлелденген LSTM және GRU сияқты қолайлы терең оқыту архитектураларының таңдауын ұсынады. Эксперименттік нәтижелер қаржылық талдау және активтерді басқару мамандары үшін құнды түсініктер беретін қор нарығының бағасын болжаудағы осы архитектуралардың артықшылықтарын көрсетеді..

Түйін сөздер: машиналық оқыту, қаржы нарығы, қор бағалары, макроэкономикалық көрсеткіштер, конволюционды нейрондық желілер

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

© А.А. Исмаилова¹, Г.Е. Мырзабекова^{1*}, М.Ж. Базарова², Г.Ж. Нурова³,
Г.Т. Азиева⁴, 2024

¹Казахский агротехнический исследовательский университет и. С.Сейфуллина,
Астана, Казахстан;

²Восточно-Казахстанский университет имени С. Аманжолова, Усть-Каменогорск,
Казахстан;

³Филиал Академии государственного управления при Президенте Республики
Казахстан по Кызылординской области, Кызылорда, Казахстан;

⁴Есил университет, Астана, Казахстан.

E-mail: murzabekova.gulden@mail.ru

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕН НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Исмаилова Айсулу Абжаппаровна — PhD, ассоциированный профессор, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

E-mail: a.ismailova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8958-1846>;

Мырзабекова Гүлден Есләмбекқызы — Казахский агротехнический научно-исследовательский университет имени С.Сейфуллина, доцент кафедры компьютерных наук, кандидат физико-математических наук, Астана, Казахстан

E-mail: murzabekova.gulden@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9807-5200>;

Базарова Мадина Жомартовна — Восточно-Казахстанский университет имени С. Аманжолова, заместитель декана по учебной работе Высшей школы IT и естественных наук, PhD, Усть-Каменогорск, Казахстан

E-mail: madina_vkgtu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2580-6580>;

Нурова Гульсара Жеткергеновна — старший преподаватель филиала Академии государственного управления при Президенте Республики Казахстан по Кызылординской области, магистр, Кызылорда, Казахстан

E-mail: gulsara-1983@mail.ru;

Азиева Гульмира Тагибергеновна — старший преподаватель кафедры Информационных систем и технологий, Есил университет, город Астана, Казахстан

E-mail: gulmira_azieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7329-6768>.

Аннотация. Статья посвящена развитию моделей прогнозирования цен на фондовом рынке с использованием искусственных нейронных сетей и методов машинного обучения. Основная цель исследования – повысить точность прогнозов, анализируя исторические данные о ценах на акции, макроэкономические индикаторы, новостные события и технические показатели. В работе подробно рассматриваются принципы глубокого обучения, включая сверточные нейронные сети (CNN), рекуррентные нейронные сети (RNN), а также их модификации LSTM и GRU. Исследование охватывает аспекты обработки финансовых временных рядов, такие как предварительная обработка данных, создание обучающих и тестовых наборов, а также выбор метрик для оценки моделей. Результаты показывают перспективность предложенных моделей для прогнозирования цен на фондовом рынке, подчеркивая важность комплексного подхода для достижения точных и надежных прогнозов в условиях динамичных финансовых рынков. В статье подчеркивается значимость интеграции различных факторов в модели, включая исторические данные, макроэкономические индикаторы, новостные события и технические показатели, для выявления трендов и аномалий. Также предлагается выбор подходящих архитектур глубокого обучения, таких как LSTM и GRU, которые доказали свою эффективность в адаптации к сложным зависимостям данных. Экспериментальные результаты подчеркивают преимущества этих архитектур в прогнозировании цен на фондовом рынке, предоставляя ценную информацию для специалистов в области финансового анализа и управления активами.

Ключевые слова: машинное обучение, фондовый рынок, цены на акции, макроэкономические индикаторы, сверточные нейронные сети

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Қазіргі әлемде қаржы нарықтары (Пандей, 2023; Аштиани, 2023) қарқынды дамып, барған сайын күрделі және динамикалық сипаттарға ие болуда. Деректер көлемінің кеңеюімен және жаңа қаржы құралдарының (Голдштейн, 2023) енгізілуімен қатар өсіп келе жатқан бұл күрделілік ерекше маңызға ие. Сонымен қатар, жасанды интеллект (Ван, 2023), машиналық оқыту (Миллер, 2023) және терең оқыту (Раббани, 2023) алгоритмдеріне негізделген, адам қызметінің әртүрлі салаларына еніп, оларды тек қана түрлендіреді және дәстүрлі әдістемелерге күмән келтіреді. Қаржы нарықтарында бұл құбылыс үлкен мәнге ие болады, өйткені болжау тиімділігі табысты инвестициялар мен стратегиялық шешімдерді қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Қор нарығын болжау (Пенг, 2023; Кумар, 2022) инвесторлар, трейдерлер және талдаушылар үшін ірге тасы болып табылады. Бұл портфельдерді оңтайландыру және кірісті арттыру үшін акцияларды сатып

алу, шығару немесе ұстау туралы негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Дегенмен, деректер көлемі мен әртүрлілігінің ұлғаюымен, сондай-ақ сауданың жеделдеуімен дәстүрлі болжау әдістері (Обтонг, 2020) тиімділіктің біртіндеп төмендеуін көрсетеді. Бұл жұмыста машиналық оқыту және терең оқыту алгоритмдері дәстүрлі әдістерді қолдану арқылы анықталмай қалуы мүмкін деректердегі күрделі үлгілер мен заңдылықтарды анықтауға қабілетті маңызды құрал болып табылады.

Қаржы нарықтарын талдауда машиналық оқыту мен терең оқыту алгоритмдерін қолдану (Өзбайоғлу, 2020) болжау саласындағы зерттеушілер мен практиктер үшін жаңа перспективалар ашады. Деректердің үлкен көлемін өңдеуге және әртүрлі факторлар арасындағы қатынастарды автоматты түрде анықтауға қабілетті бұл алгоритмдер дәлірек және сенімді болжамдар жасау үшін құралдарды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, терең оқыту алгоритмдері (Сирияно, 2021; Барра, 2020) деректерден мүмкіндіктерді автоматты түрде алу мүмкіндігін көрсетеді, бұл оларға өзгермелі нарықтық жағдайларға бейімделу және жылдам өзгергіштік пен белгісіздік жағдайында да болжамның жоғары дәлдігіне жету мүмкіндігін береді. Қаржы нарығын талдау (Кумбуре, 2022; Кумар, 2021) саласындағы машиналық оқыту және терең оқыту технологияларының дамуы сонымен қатар қаржылық эконометриканы, информатиканы және статистиканы қоса алғанда, әртүрлі салалардағы зерттеушілер мен практиктердің назарын аударады. Олардың ұжымдық күш-жігері болжамдардың дәлдігі мен сенімділігін арттыруға арналған жаңа әдістер мен үлгілерді табуға, сондай-ақ мұндай болжамдардың тиімділігі мен сапасын бағалау құралдарын әзірлеуге бағытталған (Адур Каннан, 2020).

Бұл жұмыстың мақсаты машиналық оқыту және терең оқыту алгоритмдерін пайдалана отырып, қор нарығындағы бағаларды болжау әдістерін зерттеу және әзірлеу болып табылады. Акция бағасының қозғалысын болжау және инвестициялық шешімдерді қолдау контекстінде осы әдістердің әлеуеті мен артықшылықтарын талдауға басты назар аударылады.

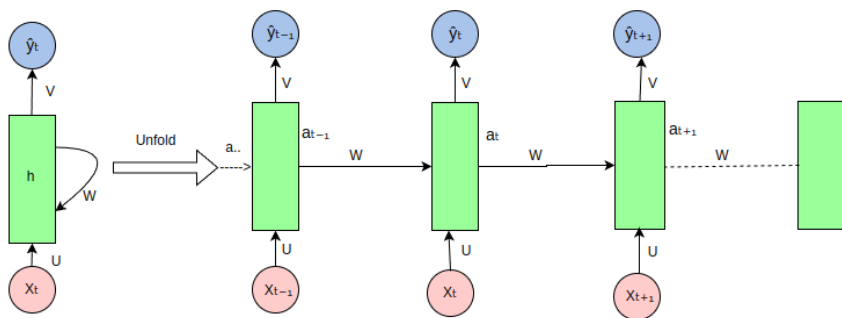
Осы мақсатқа жету үшін концепцияларды талдау және машиналық оқыту алгоритмдерін жіктеу және оларды қор нарығында қолдану, қор нарығының сипаттамаларын зерттеу және акциялар бағасын болжаудың ең тиімді тәсілдерін анықтау үшін әртүрлі болжау әдістерін салыстыру сияқты келесі міндеттер қарастырылған. , болжау процесін оңтайландыру мақсатында алдын ала өңдеу әдістерін және қаржылық уақыттық қатарларды талдау, акциялар бағасын болжауға бейімделген жасанды нейрондық желі архитектурасын зерттеу, олардың әлеуетін және қолдану аясын бағалау.

Бұл зерттеудің өзектілігі қор нарықтарының әлемдік экономикадағы шешуші рөліне байланысты. Мәліметтердің үнемі өсіп келе жатқан көлемі мен әртүрлілігі, сондай-ақ сауда технологияларының серпінді дамуы жағдайында қор нарығындағы бағаларды болжау үшін машиналық оқыту мен терең оқыту алгоритмдерін пайдалану перспективалы бағыт болып көрінеді. Бұл тәсіл инвестициялық стратегиялардың және инвестициялық портфельді басқарудың тиімділігін арттыруға уәде береді. Зерттеу қаржылық талдау және инвестициялық стратегиялар саласына маңызды үлес қосады, сондай-ақ қор нарығы деректерін талдау негізінде инвестициялық портфельді басқару және негізделген инвестициялық шешімдер қабылдау процестерін жетілдіреді деп күтілуде.

Әдістер мен материалдар

Бұл зерттеу жұмысында ұзақ мерзімді жады (LSTM) және күйді жаңарту қақпасы (GRU) арқылы қайталанатын нейрондық желілерге негізделген қор нарығының бағасын болжау үшін терең оқыту әдісі қолданылады. Әдістеме мәліметтерді талдауды, уақыттық қатарларды дайындауды, желі архитектурасын таңдауды және гиперпараметрлерді оңтайландыруды қамтиды. Модель оқу жинағында оқытылады, валидация жинағында бағаланады, содан кейін сынақ жиынында сыналады. Нәтижелер детерминация коэффициенті және орташа абсолютті қате сияқты әртүрлі көрсеткіштерді пайдалана отырып бағаланады, содан кейін болжамдардың дәлдігін интерпретациялайды. Бұл тәсіл қор нарығындағы баға динамикасын болжау тапсырмасы үшін LSTM және GRU көмегімен терең оқытудың тиімділігін жүйелі зерттеуді қамтамасыз етеді.

1-суретте жеке құрамдас бөліктерді және олардың арасындағы байланыстарды көруге болатын уақыт бойынша қайталанатын нейрондық желінің қолданылуы көрсетілген. Әрбір уақыт қадамының орталық элементі желінің жасырын күйіне сәйкес келетін hh деп белгіленген тіктөртбұрышпен берілген. Әрбір уақыт қадамындағы жасырын күй $at-1$, at , $at+1$ деп белгіленеді, ол жасырын күйдің дәйекті уақыт нүктелері арқылы эволюциясын көрсетеді. RNN құрылымы қайталанатын блоктарды қамтиды, мұнда әрбір блок \tanh немесе ReLU сияқты сызықты емес белсендіру функциясы бар нейрондар қабатынан тұрады.



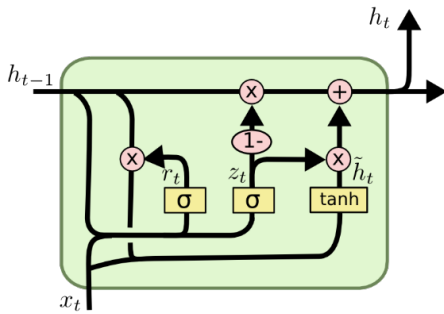
Сур. 1. Рекурентті нейрондық желілердің архитектурасы

(Fig. 1. Architecture of recurrent neural networks)

RNN-дегі деректерді өңдеуді уақытты сканерлеу арқылы көруге болады, мұнда әр сәт тиісті уақыт қадамында желінің жасырын күйін көрсететін тіктөртбұрышпен ұсынылған. Бұл орналастыру тізбектің элементтері арасындағы тәуелділікті ескере отырып, желінің деректер тізбегін қалай өңдейтінін көрсетеді. Осылайша, RNN, LSTM және GRU әртүрлі салаларда, әсіресе уақытқа тәуелділікті есепке алу өте маңызды қор нарығындағы бағаны болжау арналған қуатты құралдарды ұсынады.

LSTM және GRU-бұл желідегі ақпарат ағынын басқаратын жад механизмдерімен жабдықталған қайталанатын нейрондық желілердің түрлері. Мысалы, LSTM ақпаратты тиімді басқаруға және уақыт өте келе реттіліктің маңызды аспек-

тілерін сақтауға мүмкіндік беретін жад ұяшығын, ұмытып кету сүзгісін және енгізу / шығару қақпаларын қамтиды. Бұл архитектуралар табиғи тілді өңдеуде, уақыт қатарын болжауда және басқа да тапсырмаларда белсенді қолданылады. 2-суретте қайталанатын нейрондық желінің бір түрі болып табылатын LSTM құрылымы көрсетілген. LSTM деректердегі ұзақ мерзімді тәуелділіктерді ескеру қажет мәселелерді шешуге арналған. Ол ақпарат ағынын басқаратын бірнеше өзара әрекеттесетін блоктарды қамтиды.



$$z_t = \sigma(W_z \cdot [h_{t-1}, x_t])$$

$$r_t = \sigma(W_r \cdot [h_{t-1}, x_t])$$

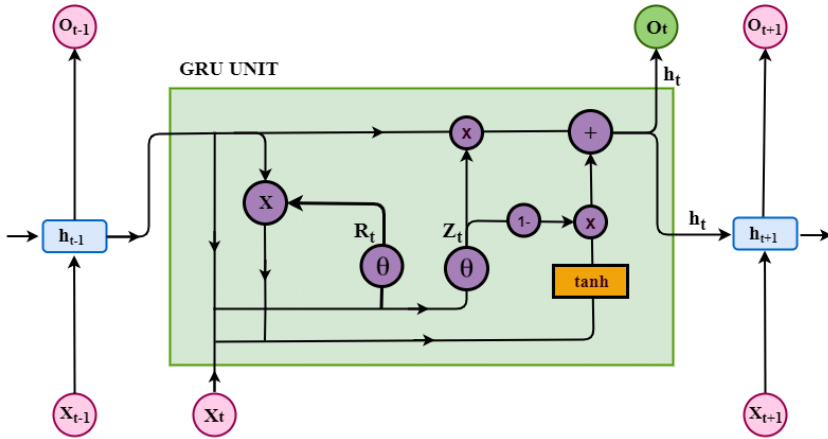
$$\tilde{h}_t = \tanh(W \cdot [r_t * h_{t-1}, x_t])$$

$$h_t = (1 - z_t) * h_{t-1} + z_t * \tilde{h}_t$$

Сур. 2. LSTM архитектурасы

(Fig. 2. LSTM architecture)

Gated Recurrent Unit (GRU) — стандартты RNN-де табылған ыдырау және жарылу градиенттерінің проблемаларын жеңуге арналған қайталанатын нейрондық желінің (RNN) бір түрі. Ақпаратты ұзақ уақыт бойы тиімді сақтау және оны дәйекті деректерде пайдалану үшін жасалған GRU екі негізгі қақпаны қамтиды - жаңарту қақпасы және қалпына келтіру қақпасы. Біріншісі алдыңғы күйдің ақпаратты жаңасына қаншалықты тасымалдайтынын реттейді, ал екіншісі алдыңғы ақпараттың қаншалықты жойылатынын анықтайды. Бұл қақпалар желіге күй ақпаратын жаңарту немесе жою уақытын анықтауға көмектеседі. Мұндай сипаттамалар GRU-ны тілді модельдеу, сөйлеуді тану және уақыт қатарын болжау сияқты маңызды уақытша құрылым бар тапсырмалар үшін әсіресе тиімді етеді. 3-суретте қайталанатын нейрондық желілер түрлерінің бірі болып табылатын GRU (Gated Recurrent Unit) ұяшығының схемалық көрінісі көрсетілген. GRU негізгі қасиеттерін сақтай отырып, LSTM-ді жеңілдету үшін жасалған және әдетте тіл немесе уақыт қатарын модельдеу сияқты реттілікпен өңдеу мәселелерінде қолданылады.



Сур. 3. GRU архитектурасы

(Fig. 3. GRU architecture)

LSTM және GRU сияқты терең оқыту алгоритмдерін пайдалана отырып, қор нарығының бағасын болжау үлгілерін зерттеу және әзірлеу қаржылық талдау саласындағы маңызды сала болып табылады. Қаржы нарықтарының күрделілігі мен динамикасы тиімді болжау құралдарын қажет етеді, ал дәйекті деректерді талдауға маманданған терең нейрондық желілер перспективалы шешімдерді ұсынады. LSTM және GRU сияқты қайталанатын нейрондық желілер (RNN) уақыттық қатарлар мен ретті өңдеу тапсырмаларында жақсы жұмыс істейді, бұл оларды биржалық бағалардың қозғалысын болжау үшін тамаша таңдау жасайды.

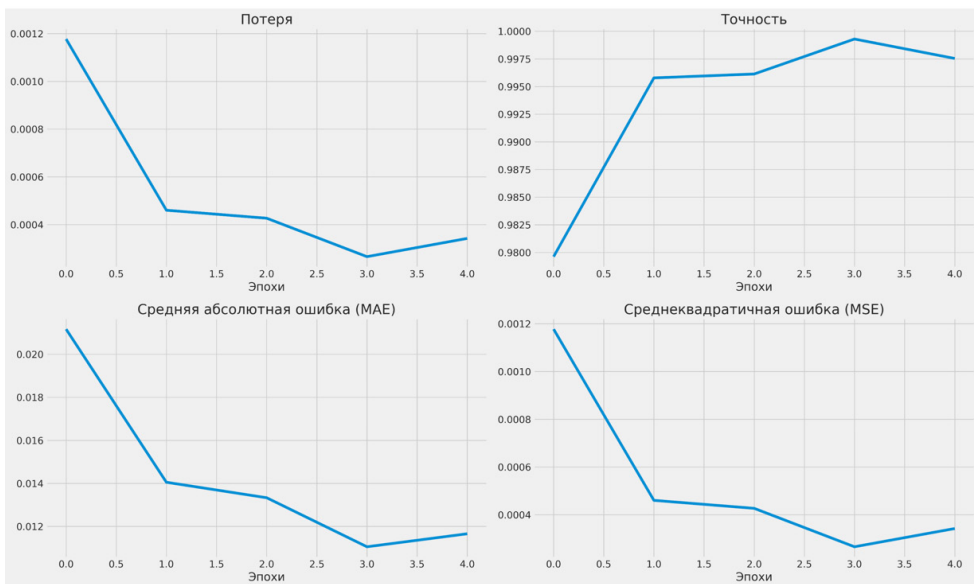
Нәтижелер және оларды талқылау

Бұл жұмыста эксперименттер екі түрлі қайталанатын нейрондық желілермен (RNN) жүргізілді: ұзақ қысқа мерзімді жады (LSTM) және қақпалы қайталанатын бірліктер (GRU). Жұмыстың мақсаты оқу үдерісі мен қор нарығындағы бағаларды болжаудағы екі модельдің тиімділігін салыстыру болды. Модельдер ақпаратты ұзақ уақыт бойы сақтау мүмкіндігіне байланысты уақыттық қатарлардағы тәуелділіктерді түсіруге қабілетті 128 нейрондық қабаттан басталады. `return_sequences=True` опциясы келесі қабаттың да LSTM, GRU болатынын көрсетеді және ол соңғы нәтижені ғана емес, бүкіл деректер тізбегін талап етеді. Екінші LSTM, GRU қабаты 64 нейроннан тұрады және реттіліктерді қайтармайды, яғни ол деректерді толығымен қосылған қабатқа жіберуге жарамды соңғы нәтижені ғана шығарады. Одан кейін 25 нейроннан тұратын толық қосылған қабат (Тығыз) келеді, ол соңғы шығысқа дейін қосымша деректерді өңдеуге қызмет етеді. Модель біздің мақсатты айнымалы болып табылатын акцияның жабылу бағасын болжауға арналған бір нейронмен толық қосылған шығыс қабатымен аяқталады.

Модель стохастикалық оңтайландырудың тиімді әдісі болып табылатын «adam» оңтайландырғышымен және регрессия мәселелерінде жиі қолданылатын «mean_squared_error» жоғалту функциясымен құрастырылған. Модель сәйкестендіру әдісі арқылы оқытылады, мұнда `x_train` және `y_train` сәйкесінше кіріс және мақсатты деректер болып табылады. `batch_size=1` үлгі салмақтары

әрбір жаттығу мысалынан кейін жаңартылып, жаттығуды дәлірек етеді, бірақ көп уақытты қажет ететінін білдіреді. epochs=5 параметрі модельге деректердегі үлгілерді жақсырақ түсіруге мүмкіндік беретін модельді он рет жаттықтыру үшін барлық деректер жинағы пайдаланылатынын көрсетеді. Осылайша, біз деректердегі күрделі үлгілерді анықтауға бағытталған және Apple акцияларының болашақ жабылу бағасын болжауға қабілетті нейрондық желіні оқыту процесін құрдық және іске қостық.

Бұл жұмыста екі түрлі қайталанатын нейрондық желілермен (RNN) эксперименттер жүргізілді: ұзақ қысқа мерзімді жады (LSTM) және қақпа қайталанатын бірліктер (GRU). Жұмыстың мақсаты оқу үдерісі мен қор нарығындағы бағаларды болжаудағы екі модельдің тиімділігін салыстыру болды. LSTM моделін оқыту. LSTM моделі бес дәуір бойы оқытылды. 30-суретте LSTM моделінің жаттығу графигі көрсетілген. Оқыту барысында әр дәуір сайын үлгінің дәлдігін арттырудың тұрақты үрдісі байқалды. Бастапқы дәлдік 96,03 % құрады, бұл оқытудың бастапқы кезеңдерінде үлгінің жоғары болжау қабілетін көрсетеді. Дәуірлер өткен сайын дәлдік артып, бесінші дәуірде 99,39 %-ға жетті. Бұл модельдің оқу деректер жинағына жоғары бейімделуін көрсетеді (4-сурет).



Сур. 4. LSTM моделін оқыту процесі
(Fig. 4. LSTM Model Training Process)

Ұсынылған деректер негізінде LSTM моделінің оқу процесін талдау оның тиімділігін және оқу деректеріне бейімделу қабілетін бағалауға мүмкіндік береді. Бес оқыту дәуірі ішінде үлгі дәлдігінде ғана емес, сонымен қатар жоғалту көрсеткіштері мен орташа абсолютті ауытқуда да жақсару байқалды. Бірінші дәуірде модель 96,03 % дәлдікке қол жеткізді, бұл оқытудың бастапқы кезеңінде оның қор нарығындағы бағаларды болжаудың жоғары қабілетін көрсеткенін көрсетеді. Модельдің дәлдігі әрбір келесі дәуірде артып, бесінші дәуірде 99,39 % мәнге

жеткенін атап өткен жөн. Дәлдіктің бұл дәйекті өсуі модельдің қосымша жаттығулар арқылы болжау қабілеттерін жақсартуды жалғастыратынын көрсетеді. Дәлдіктің жоғарылауымен қатар жоғалту функциясы әр дәуір сайын азайып отырды, бұл оқытудың табыстылығының тағы бір көрсеткіші. Бесінші дәуірде жоғалту функциясы 0,00054795 болды. Бұл модель болжам қатесін азайтып, қор нарығының бағасын бағалауда жоғары дәлдік деңгейіне қол жеткізе алды дегенді білдіреді.

Үлгі өнімділігін бағалаудың маңызды аспектісі де орташа абсолютті ауытқу (MAE) болып табылады. Бұл көрсеткіш болжанған мәндердің нақты мәндерден орташа ауытқуын бағалауға мүмкіндік береді. Бесінші дәуірде LSTM моделі 0,0143 MAE мәніне қол жеткізді, бұл оның дәл болжау жасау және болжау қатесін азайту мүмкіндігін көрсетеді. Сонымен қатар, LSTM үлгісінің оқыту процесі әртүрлі көрсеткіштерді, соның ішінде теңшелетін дәлдік көрсеткішін (custom_accuracy) пайдаланып бақыланғанын ескеру маңызды. Бұл көрсеткіш қор нарығының бағасын болжау тапсырмасының ерекшелігін ескеруі мүмкін және қаржылық деректер контекстінде үлгінің өнімділігі туралы көбірек түсінік бере алады. Осылайша, стандартты жоғалту көрсеткіштеріне қоса, теңшелетін дәлдік көрсеткіштерін пайдалану болжамдар сапасының толық бейнесін алуға мүмкіндік береді.

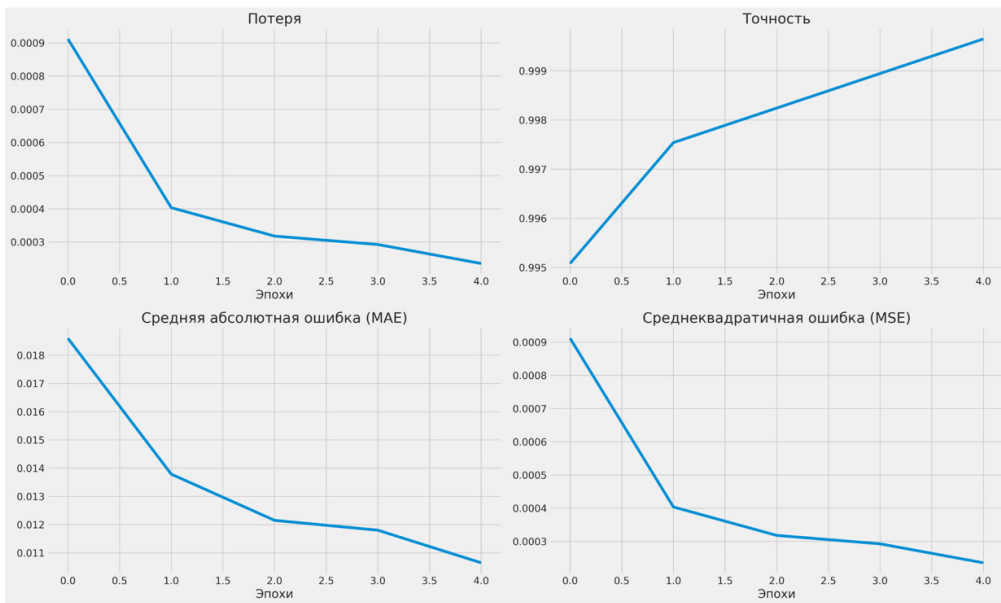
Әр дәуірдегі LSTM моделінің жаттығу уақыты да маңызды сәт болып табылады. Бүкіл оқу үрдісінде бір дәуірге жұмсалған уақыт шамамен бірдей деңгейде қалды, бұл оқу процесінің тұрақтылығын көрсетеді. Модельді оқу жылдамдығы маңызды фактор болуы мүмкін нақты әлем сценарийлерінде пайдалануды жоспарлау кезінде мұны ескеру маңызды. Сондай-ақ, LSTM моделін сәтті оқыту гиперпараметрлерді дұрыс таңдаумен байланысты болуы мүмкін екенін атап өткен жөн, мысалы, қабат өлшемдері, үйрену жылдамдығы және дәуірлер саны. Бұл болжамның оңтайлы нәтижелеріне қол жеткізу үшін үлгі параметрлерін мұқият таңдаудың маңыздылығын көрсетеді.

Ұсынылған деректерде көрсетілген LSTM моделін оқыту нәтижелері оның биржалық бағаларды болжаудағы жоғары тиімділігі мен дәлдігін растайды. Дегенмен, оның нақты әлем параметрлерінде қолданылуы мен мүмкіндіктерін толық түсіну үшін әртүрлі деректер жиындары мен пайдалану жағдайлары бойынша қосымша тестілеу қажет. Осылайша, LSTM моделін оқыту нәтижелері оның оқыту деректеріне жоғары бейімделуін және қор нарығындағы бағаларды тиімді болжау мүмкіндігін көрсетеді. Жоғалту функциясының сәтті төмендеуі және жоғары дәлдік пен MAE көрсеткіштері болжамдардың жоғары сапасын көрсетеді, бұл бұл модельді қаржылық аналитикалық тапсырмаларда пайдалану үшін перспективалы етеді.

GRU моделі де бес дәуір бойы оқытылды. 31-суретте GRU моделінің жаттығу графигі көрсетілген. LSTM сияқты, әрбір жаттығу дәуірінде дәлдіктің жақсару үрдісі болды. Берілген деректер негізінде GRU моделінің оқу процесін талдай отырып, оның тиімді және оқу деректерінің жиынтығына бейімделетіндігі туралы қорытынды жасауға болады. GRU моделі оқытудың бастапқы кезеңдерінде жоғары дәлдікті көрсетеді, бұл бірінші дәуірдегі 98,56 % дәлдікте көрінеді. Бұл көрсеткіш модельдің оқытудың бастапқы кезеңдерінде дұрыс болжам жасау қабілетін көрсетеді, бұл оның болашақтағы тиімділігі үшін ынталандырушы сигнал болып табылады.

Әрбір келесі дәуірде GRU моделінің дәлдігі артып, бесінші дәуірде 99,88 % жетеді. Бұл тенденция үлгінің оқу деректеріне және болжау дәлдігіне бейімделу қабілетінің үздіксіз жақсаруын көрсетеді. Сонымен қатар, жоғалту функциясын талдай отырып, оның әрбір жағтығу дәуіріне сәйкес тұрақты төмендеуін көруге болады. Бесінші дәуірде жоғалту функциясының мәні 0,00027156 болды, бұл болжау қатесін сәтті минимизациялауды және модельдің жоғары дәлдігін көрсетеді.

Орташа абсолютті ауытқу (MAE) да әр дәуір сайын төмендеп, соңғы дәуірде 0,0110 мәніне жетті. Бұл GRU моделінің қор нарығының бағасын болжауда тұрақты және төмен қателік көрсететінін көрсетеді (5-сурет).

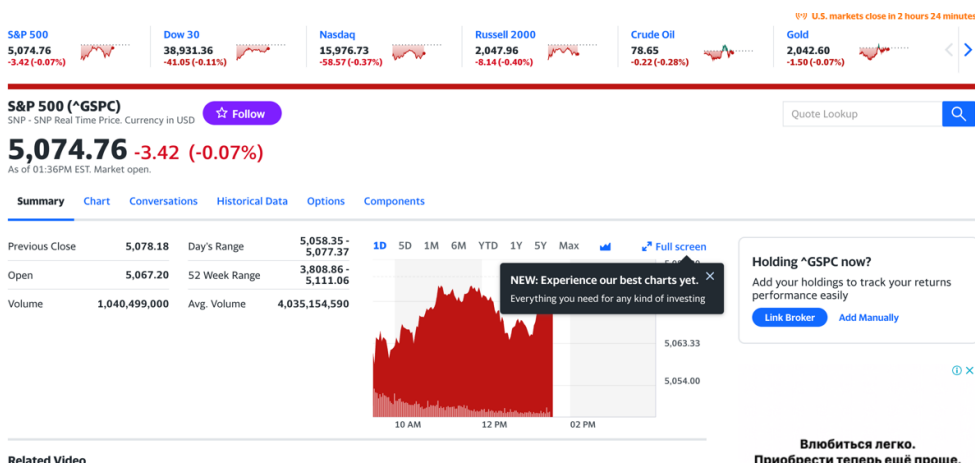


Сур. 5. GRU моделін оқыту процесі
(Fig. 5. GRU model training process)

Сонымен қатар, әр эпохада GRU моделін оқыту уақытының тұрақтылығын атап өту маңызды. Бүкіл оқу үрдісінде бір дәуірге жұмсалған уақыт шамамен бірдей болып қалды, бұл оқу процесінің берік болғанын және оның сапасына немесе тұрақтылығына әсер ететін ауытқулардың жоқтығын көрсетеді. Маңызды аспектілердің бірі, сондай-ақ қор нарығындағы бағаларды болжау мәселесінің ерекшеліктерін ескеретін теңшелетін дәлдік метрикасын (`custom_accuracy`) пайдалану болып табылады. Бұл болжамдардың сапасының толық бейнесін алуға және қаржылық деректердің ерекшеліктерін ескере отырып модельді бағалауға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, GRU моделін сәтті оқыту қабат өлшемдері, үйрену жылдамдығы және дәуірлер саны сияқты гиперпараметрлерді дұрыс таңдаумен байланысты болуы мүмкін. Бұл болжамның оңтайлы нәтижелеріне қол жеткізу үшін үлгі параметрлерін мұқият таңдаудың маңыздылығын көрсетеді. GRU моделінің оқу нәтижелері оның қор нарығының бағасын болжаудағы жоғары тиімділігі мен дәлдігін көрсетеді. Дегенмен, оның нақты әлем параметрлерінде қолданылуы мен мүмкіндіктерін толық түсіну үшін әртүрлі деректер жиындары

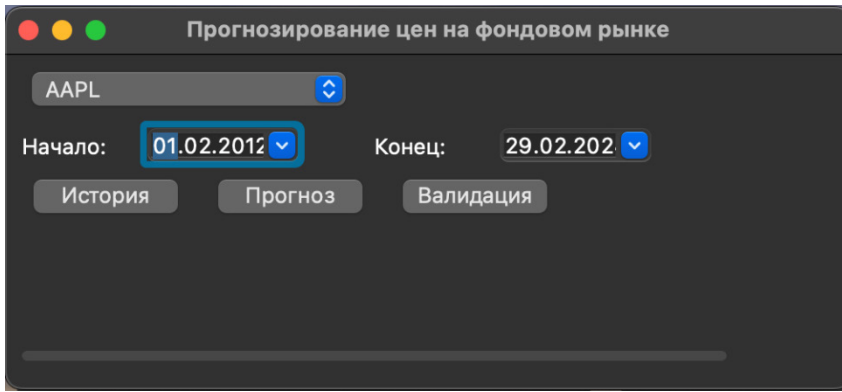
мен пайдалану жағдайлары бойынша қосымша тестілеу қажет.

Қор нарығының бағасын болжауға арналған нейрондық желі моделінің критерийлерін талдап, бағалағаннан кейін, модельді сынау және болжамдар жасау үшін модельді нақты әлем қолданбасына біріктіруге көшеміз. Біздің бірінші қадамымыз — Yahoo Finance серверінен барлық қажетті деректерді жүктеп алу. Yahoo Finance – әлемдегі ең танымал қаржылық деректер көздерінің бірі, серверді немесе сайтты б-суретте көруге болады. Ол қаржылық ақпараттың кең ауқымын, соның ішінде акциялар бағасының тарихи деректерін, компанияның қаржылық есептерін, жаңалықтарды және нарықты талдауды қамтамасыз етеді. Yahoo Finance пайдаланушыларға нарықты талдау, инвестициялық шешімдер қабылдау және болжамдар жасау үшін уақтылы және сенімді деректерге қол жеткізуге мүмкіндік береді.



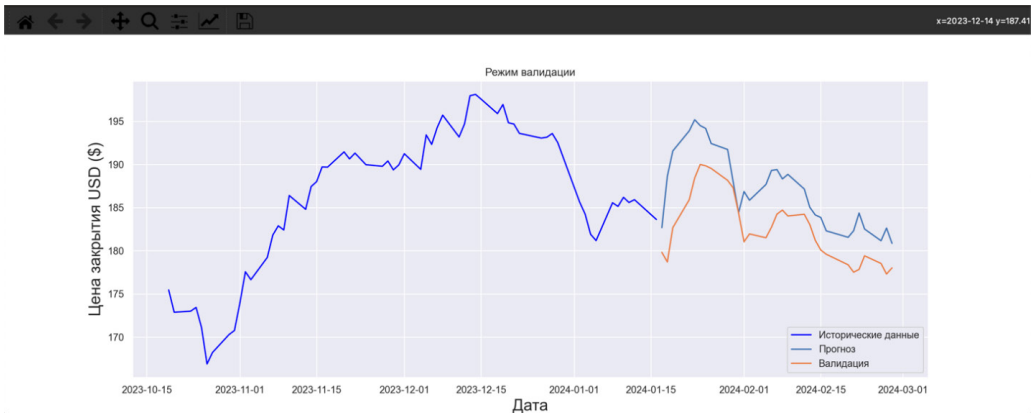
Сур. 6. Yahoo Finance негізгі сервері
(Fig. 6. Yahoo Finance main server)

Графикалық пайдаланушы интерфейсін (GUI) құру үшін PyQt5 кітапханаларын және нейрондық желілерді енгізуге арналған Keras кітапханасын пайдалана отырып әзірленген бағдарлама пайдаланушыларға қор нарығының бағасын талдау және болжау үшін ыңғайлы құралды ұсынады. Бағдарламаның негізгі функционалдығы «AAPL» (Apple), «GOOGL» (Google) және «MSFT» (Microsoft) сияқты ұсынылған тізімнен компанияны таңдауды, сондай-ақ талдаудың уақыт кезеңін көрсету арқылы анықтауды қамтиды. басталу және аяқталу күндері. Пайдаланушы интерфейсі (7-сурет) қарапайымдылық пен интуитивті қолжетімділікті қамтамасыз етеді, бұл бағдарламаны инвесторлар, трейдерлер және талдаушылар үшін тиімді құралға айналдырады, нарық динамикасын талдау негізінде негізделген инвестициялық шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.



Сур. 7. Параметрлерді орнатуға арналған негізгі элементтермен интерфейс
(Fig. 7. Interface with main elements for setting parameters)

Нейрондық желінің сапасын бағалау үшін пайдаланушы «Валидация» түймесін баса алады. Бағдарлама болжамдардың дәлдігін және модельдеу сапасын бағалауға мүмкіндік беретін тарихи деректерді пайдалана отырып модельді растайды. Нейрондық желіні пайдалана отырып, акциялардың бағасын болжағаннан кейін, пайдаланушы «Валидация» түймесін басу арқылы модельдің сапасын бағалай алады. Бұл қадам болжамдардың дұрыстығын және модельдеу сапасын тексеру үшін маңызды және нәтижені 8-суреттен көруге болады.



Сур. 8. Валидация графигін көрсету
(Fig. 8. Displaying the validation graph)

Модельді тексеру барысында бағдарлама белгілі бір уақыт аралығындағы акциялар бағасының болжамды мәндерін нақты деректермен салыстыра отырып талдайды. Бұл қадам болашақ құндылықтарды болжаудағы модельдің дәлдігін және оның нарықтағы нақты өзгерістерге сәйкестігін бағалауға мүмкіндік береді. Валидациядан кейін ұсынылған график үш жолды көрсетеді: көк сызық оқыту және болжау үшін пайдаланылатын соңғы 60 күндегі тарихи деректерді білдіреді; келесі жол – уақыт заңдылықтарын талдауға негізделген болжам; және ақырында, соңғы 10 күндегі нақты баға мәндерін көрсететін валидация сызығы. Айырмашылықтар

ең аз болғанымен, болжамдық графиктің пішіні тарихи деректерге сәйкес келеді, бұл модель уақыттық тәуелділіктерді және қор нарығындағы өзгерістерді сәтті есептейтінін көрсетеді.

Қорытынды

Бұл зерттеу жұмысында біз машиналық оқыту мен терең оқыту алгоритмдерін қолдана отырып, жылдам динамика мен деректердің көптігі жағдайында қор нарығындағы бағаларды болжаудың өзекті мәселесін егжей-тегжейлі қарастырдық. Дәстүрлі талдау әдістеріне байланысты қиындықтар тиімдірек стратегияларды әзірлеу қажеттілігін көрсетті, бұл біздің басты мақсатымыз болды. Қаржы нарықтарын зерттеу, болжау әдістерін талдау және LSTM және GRU сияқты қайталанатын нейрондық желілерді пайдалану арқылы біз бағаны болжау мәселесін шешудің инновациялық тәсілдерін ұсынуға, сол арқылы инвестициялық шешімдердің сапасын арттыруға ұмтылдық.

Акциялардың бағасын болжау үшін LSTM және GRU қолданатын эксперименттер арқылы біздің модельдер өзгермелі нарықтық жағдайларға жоғары дәлдік пен бейімделушілік көрсетті. Осы әдістер негізінде әзірленген бағдарламалық камтамасыз ету ақпараттандырылған және егжей-тегжейлі аналитикалық деректерді ұсынатын инвесторлар мен талдаушылар үшін қуатты құралды ұсынады. Біздің жұмысымыз қор нарығын болжаудың дәлдігі мен тиімділігін үздіксіз арттыруға бағытталған қаржылық талдау мен терең білім берудегі одан әрі зерттеулерге жол ашады.

ӘДЕБИЕТТЕР

- Адур Каннан Б., Коди Дж., Падилла О., Грей Д., Жэне Смит Б.З.Д. (2020). Дәстүрлі әдістер мен машиналық оқытуды қолдана отырып, қосалқы бөлшектерге кездейсоқ сұранысты болжау-салыстырмалы зерттеу. — SMU Data Science Шолуы, — 3 (2). — 9.
- Аштиани М.Н. және Раахеми Б. (2023). Мәтіндік тау-кен және машиналық оқытуды қолдана отырып, қаржы нарықтарының жаңалықтарға негізделген интеллектуалды болжамы: әдебиеттерге жүйелі шолу. Қосымшалары бар сараптамалық Жүйелер, — 217. —119509.
- Барра С., Карта С.М., Коррига А., Подда А.С. және Рекуперо Д.Р. (2020). Қаржылық болжау үшін терең оқыту және уақыттық қатардан кескінге кодтау. — IEEE / CAA Automatica Sinica Журналы. — 7 (3). — 683–692.
- Ван З. (2023). Бухгалтерлік Есеп Стандарттары мен Есептілігіне Заманауи Қаржы Құралдарының қиындықтары мен Мүмкіндіктері. Бизнес. — Экономика және Менеджмент саласындағы шекаралар. — 11(2). —75–78.
- Голдштейн И. (2023). Қаржы нарықтарындағы ақпарат және оның нақты әсерлері. — *Қаржыға шолу*. — 27 (1). — Рр. 1–32.
- Кумар Дж., Джейн С. Жэне Сингх, Ақш (2021). Есептеу интеллектісін қолдана отырып, қор нарығын болжау: сауалнама. Инженериядағы есептеу әдістерінің мұрағаты. — 28 (3). — Рр. 1069–1101.
- Кумар С., Шарма Д., Рао С., Лим В.М. Жэне Мангла С.К. (2022). Тұрақты қаржының өткені, бүгінгі және болашағы: ғылыми зерттеулерді машиналық оқыту арқылы үлкен деректерді талдаудан алынған түсініктер. — *Операцияларды зерттеу жылнамалары*. — Рр. 1–44.
- Кумбуре М.М., Лорманн К., Луукка П. және Поррас Дж. (2022). Машиналық оқыту әдістері және қор нарығын болжауға арналған мәліметтер: әдебиеттерге шолу. — Қосымшалары бар сараптамалық Жүйелер. —197. — 116659.
- Миллер Т., Као С., Фот М., Бойен Х. және Пауэлл В. (2023). Активтермен камтамасыз етілген азық-түлік жеткізу тізбегін орталықтандырылмаған қаржыландыру құралы-бұл мал экспортының мысалын зерттеу. — *Өнеркәсіптегі компьютерлер*. —147. — 103863.
- Обтонг М., Тантисантвивонг Н., Джамваттаначай В. және Уиллис Г. (2020). Акциялар бағасын болжау үшін машиналық оқыту бойынша сауалнама: — *Алгоритмдер мен әдістер*.
- Өзбайоғлу А.М., Гуделек М.У. және Сезер О.Б. (2020). Қаржылық қосымшаларға арналған терең оқыту: сауалнама. — *Қолданбалы жұмсақ есептеу*. — 93. — 106384.
- Пандей Д.К., Люси Б.М. және Кумар С. (2023). Шекара даулары, қақтығыстар, соғыс және қаржы нарықтарын зерттеу: жүйелі шолу. — *Халықаралық Бизнес және Қаржы саласындағы зерттеулер*. — 101972.

Пенг Х., Мұса С., Сарфраз М. және Хаффар М. (2023). Нақты қаржылық менеджмент арқылы минералды ресурстарды басқаруды жетілдіру: — жасанды интеллект құралдары арқылы Зерттеу. *Ресурстар Саясаты*. — 81. — 103323.

Раббани М.Р., Лутфи А., Ашраф М.А., Наваз Н. және Ахмад Уотто В. (2023). Банк секторының инновациялық қаржылық процесін модерациялаудағы жасанды интеллекттің рөлі: құрылымдық теңдеулерді модельдеуге негізделген зерттеу. *Экологиялық Ғылымдағы шекаралар*. — 10. — 978691.

Сириньяно Дж. және Конт Р. (2021). Қаржы нарықтарындағы бағаны қалыптастырудың әмбебап ерекшеліктері: терең оқытудың перспективалары. *Машиналық Оқытуда Және ҚАРЖЫДАҒЫ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТЕ*. — Pp. 5–15. Маршрут.

REFERENCES

Adur Kannan B., Kodi G., Padilla O., Gray D. & Smith B.C. (2020). Forecasting spare parts sporadic demand using traditional methods and machine learning—a comparative study. — *SMU Data Science Review*. — 3(2). — 9.

Ashtiani M.N. & Raahemi B. (2023). News-based intelligent prediction of financial markets using text mining and machine learning: A systematic literature review. — *Expert Systems with Applications*. — 217. — 119509.

Barra S., Carta S.M., Corrigan A., Podda A.S. & Recupero D.R. (2020). Deep learning and time series-to-image encoding for financial forecasting. — *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*. — 7(3). — Pp. 683–692.

Goldstein I. (2023). Information in financial markets and its real effects. *Review of Finance*, — 27(1). — Pp. 1–32.

Kumar G., Jain S. & Singh U.P. (2021). Stock market forecasting using computational intelligence: A survey. *Archives of computational methods in engineering*, — 28(3). — Pp. 1069–1101.

Kumar S., Sharma D., Rao S., Lim W.M. & Mangla S.K. (2022). Past, present, and future of sustainable finance: insights from big data analytics through machine learning of scholarly research. — *Annals of Operations Research*. — Pp. 1–44.

Kumbure M.M., Lohrmann C., Luukka P. & Porras J. (2022). Machine learning techniques and data for stock market forecasting: A literature review. — *Expert Systems with Applications*. — 197. — 116659.

Miller T., Cao, S., Foth M., Boyen X. & Powell W. (2023). An asset-backed decentralised finance instrument for food supply chains—A case study from the livestock export industry. — *Computers in Industry*. — 147. — 103863.

Obthong M., Tantisantiwong N., Jeamwathanachai W. & Wills G. (2020). A survey on machine learning for stock price prediction: Algorithms and techniques.

Ozbayoglu A.M., Gudelek M.U. & Sezer O.B. (2020). Deep learning for financial applications: A survey. *Applied soft computing*. — 93. — 106384.

Pandey D.K., Lucey B.M. & Kumar S. (2023). Border disputes, conflicts, war, and financial markets research: a systematic review. — *Research in International Business and Finance*. — 101972.

Peng X., Mousa S., Sarfraz M. & Haffar M. (2023). Improving mineral resource management by accurate financial management: Studying through artificial intelligence tools. *Resources Policy*. — 81. — 103323.

Rabbani M.R., Lutfi A., Ashraf M.A., Nawaz N. & Ahmad Watto W. (2023). Role of artificial intelligence in moderating the innovative financial process of the banking sector: a research based on structural equation modeling. *Frontiers in Environmental Science*. — 10. — 978691.

Sirignano J. & Cont R. (2021). Universal features of price formation in financial markets: perspectives from deep learning. In *Machine Learning and AI in Finance*. — Pp. 5–15. — Routledge.

Wan Z. (2023). Challenges and Opportunities Presented by Modern Financial Instruments to Accounting Standards and Statements. — *Frontiers in Business, Economics and Management*. — 11(2). — Pp. 75–78.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 205–217
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.277>

УДК 519.85

© **G. Kochshanova¹, Sh. Saparbaykyzy^{1*}, K.Y. Zhangazakova², A.S. Sagynbay¹,
E. Curiel-Marin³, 2024**

¹Caspian University of Technologies and Engineering named after Sh. Yessenov, Aktau, Kazakhstan;

²School-gymnasium №78 named after Smagul Sadvakasuly, Astana, Kazakhstan;

³University of Granada, Spain.

E-mail: sholpan_saparbay@mail.ru

MAXIMIZING THE POTENTIAL OF STEM EDUCATION: CONTRIBUTIONS, CHALLENGES, AND STRATEGIES TO IMPROVE LEARNING OUTCOMES

Kochshanova G. — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Fundamental Sciences, Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov, 32 microdistrict. Aktau, Kazakhstan

E-mail: koshanova.k@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5716-3415>;

Saparbaykyzy Sh. — Candidate of Pedagogical Sciences, acting associate professor, Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov, 32 microdistrict. Aktau, Kazakhstan

E-mail: sholpan_saparbay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1096-4690>;

Zhangazakova K.Y. — Director of the state municipal enterprise on the right of economic management” School-gymnasium №78 named after Smagul Sadvakasuly», master of pedagogical and Psychological Science, Astana, Kazakhstan

E-mail: Karlalixan@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-4138-7690>;

Sagynbay A.S. — Master of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Non-Profit, teacher non-commercial joint-stock company «S.Yessenov Caspian University of Technologies and Engineering», 32 microdistrict. Aktau, Kazakhstan

E-mail: aktollkynns@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-1266-2973>;

Curiel-Marin E. — PhD in Educational Sciences, associate professor Department of Pedagogy, University of Granada, Spain

E-mail: ecuriel@ugr.es, <https://orcid.org/0000-0002-0014-3971>.

Abstract. STEM education has attracted considerable attention because of its potential to create an exciting, fun and effective learning environment. This study aimed to identify the most significant contributions and limitations of STEM education in the learning and teaching process. The results show that STEM education promotes active participation, increases student interest, and promotes effective and continuous learning by linking lessons with real-world applications. However, difficulties in implementation, such as lack of time, high costs and insufficient teacher experience, can reduce its effectiveness. Recommendations to overcome these challenges include providing professional development programs for teachers, offering financial support, and encouraging the use of affordable and recyclable materials. Future research should focus on experimental studies

examining the effects of STEM education on various learning outcomes and incorporating international literature and a synthesis of mixed-method research to contribute to the field of study. In this study, a qualitative meta-summary method that is a type of research synthesis was used. A qualitative meta-resume is a quantitative sum of qualitative results in the form of a thematic summary or questionnaire data on any research topic. In this method, the results obtained as a result of qualitative research conducted in the same subject area are combined, and the magnitude of the effect of each result is calculated. Thus, it aims to make more interpretations by determining the prevalence and importance of the results.

Keywords: STEM education, active participation, research training, professional development, learning outcomes, meta-summary

© Г. Кошанова¹, Ш. Сапарбайқызы^{1*}, К.Е. Жангазакова², А.С. Сағынбай¹,
Э. Куриэль-Марин³, 2024

¹Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті,
Ақтау, Қазақстан;

²Смағұл Сәдуақасұлы атындағы №78 мектеп-гимназия Астана, Қазақстан;

³Гранада Университеті, Испания.

E-mail: sholpan_saparbay@mail.ru

STEM-ДЕ БІЛІМ БЕРУ ӘЛЕУЕТІН БАРЫНША ПАЙДАЛАНУ: ОҚУ НӘТИЖЕЛЕРІН ЖАҚСARTУҒА ҮЛЕС, ҚИЫНДЫҚТАР ЖӘНЕ СТРАТЕ- ГИЯЛАР

Кошанова К. — педагогика ғылымдарының кандидаты, Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, «Ғылым және технологиялар» факультетінің «Іргелі ғылымдар» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Ақтау, Қазақстан
E-mail: koshanova.k@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5716-3415>;

Сапарбайқызы Ш. — педагогика ғылымдарының кандидаты, Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті, қауымдастырылған профессор м.а., 32-ші ықшам аудан, 1., Ақтау, Қазақстан

E-mail: sholpan_saparbay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1096-4690>;

Жангазакова К.Е. — “Смағұл Сәдуақасұлы атындағы №78 мектеп-гимназия” шаруашылық жүргізу құқығындағы мемлекеттік коммуналдық кәсіпорны директоры, педагогика-психология ғылымының магистрі, Астана, Қазақстан

E-mail: Karlalixan@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-4138-7690>;

Сағынбай А.С. — «Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының «Ғылым және технологиялар» факультетінің «Іргелі ғылымдар» кафедрасының оқытушысы, математика магистрі, Ақтау, Қазақстан
E-mail: aktollkynns@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-1266-2973>;

Куриэль-Марин Э. — PhD ғылымдары, педагогика кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Гранада университеті, Испания

E-mail: jvojevodi@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0014-3971>.

Аннотация. STEM білімі қызықты, көңілді және тиімді оқу ортасын құрудағы әлеуетіне байланысты айтарлықтай назар аударды. Бұл зерттеу оқыту мен оқыту процесінде STEM білімінің ең маңызды үлестері мен шектеулерін анықтауға

бағытталған. Нәтижелер STEM білімі белсенді қатысуға ықпал ететінін, оқушылардың қызығушылығын арттыратынын және сабақтарды нақты қолданбалармен байланыстыру арқылы тиімді және тұрақты оқуға ықпал ететінін көрсетеді. Алайда, уақыттың жетіспеушілігі, жоғары шығындар және мұғалімдердің тәжірибесінің жеткіліксіздігі сияқты қиындықтар оның тиімділігін төмендетуі мүмкін. Осы қиындықтарды жеңуге арналған ұсыныстарға мұғалімдерге кәсіби даму бағдарламаларын ұсыну, материалдық қолдау көрсету және қол жетімді және қайта өңделетін материалдарды пайдалануды ынталандыру кіреді. Болашақ зерттеулер STEM білімінің әртүрлі оқу нәтижелеріне әсерін зерттейтін және зерттеу саласына үлес қосу үшін халықаралық әдебиеттер мен аралас әдісті зерттеу синтезін қамтитын эксперименттік зерттеулерге назар аударуы керек. Бұл зерттеу, сапалы мета-түйіндеме түрі болып табылатын әдіс зерттеу қолданылған синтез. Сапалы мета-түйіндеме кез келген зерттеу тақырыбы бойынша тақырыптық түйіндеме немесе сауалнама деректері түріндегі сапалық нәтижелердің сандық қосындысы. Бұл әдісте бір пәндік салада жүргізілген сапалы зерттеулерден алынған нәтижелер біріктіріліп, әр нәтиженің әсер ету мөлшері есептеледі. Осылайша, ол нәтижелердің таралуы мен маңыздылығын анықтай отырып, көбірек түсіндіруге бағытталған.

Түйін сөздер: STEM-білім беру, белсенді қатысу, зерттеушілік оқыту, кәсіби даму, оқыту нәтижелері, мета-түйіндеме

© Г. Кошанова¹, Ш. Сапарбайқызы^{1*}, К.Е. Жангазакова², А.С. Сағынбай¹, Э. Куриэль-Марин³, 2024

¹Каспийский университет технологий и инженерии имени Ш. Есенова, Актау, Казахстан;

²Школа-гимназия №78 имени Смагула Садуакасулы, Астана, Казахстан;

³Университет Гранада, Испания.

E-mail: sholpan_saparbay@mail.ru

МАКСИМАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ОБРАЗОВАНИЯ В STEM: ВКЛАД, ПРОБЛЕМЫ И СТРАТЕГИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Кошанова К. — кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор кафедры «Фундаментальные науки» факультета «Науки и технологии» Некоммерческое акционерное общество «Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова», Актау, Казахстан

E-mail: koshanova.k@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5716-3415>;

Сапарбайқызы Ш. — кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова, Актау, Казахстан

E-mail: sholpan_saparbay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1096-4690>;

Жангазакова К.Е. — директор государственного коммунального предприятия на праве хозяйственного ведения “Школа-гимназия №78 имени Смагула Садуакасулы” акимата г. Астаны, магистр педагогико-психологических наук, учитель начальных классов, Астана, Казахстан

E-mail: Karlalixan@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-4138-7690>;

Сағынбай А.С. — магистр математики, преподаватель кафедры «Фундаментальные науки» факультета «Науки и технологии» Некоммерческое акционерное общество «Каспийский университет

технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова», Актау, Казахстан

E-mail: aktollkynns@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-1266-2973>;

Кюриэль-Марин Э. — доктор философии, доцент кафедры педагогики Университета Гранады, Испания

E-mail: jvojvodi@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0014-3971>.

Аннотация. STEM-образование привлекло значительное внимание из-за его потенциала в создании увлекательной, веселой и эффективной учебной среды. Это исследование было направлено на выявление наиболее значительных вкладов и ограничений STEM-образования в процессе обучения и преподавания. Результаты показывают, что STEM-образование способствует активному участию, повышает интерес учащихся и способствует эффективному и постоянному обучению, связывая уроки с реальными приложениями. Однако трудности в реализации, такие как нехватка времени, высокие затраты и недостаточный опыт учителей могут снизить его эффективность. Рекомендации по преодолению этих проблем включают предоставление программ профессионального развития для учителей, предложение материальной поддержки и поощрение использования доступных и перерабатываемых материалов. Будущие исследования должны быть сосредоточены на экспериментальных исследованиях, изучающих влияние образования STEM на различные результаты обучения, и включающих международную литературу и синтез исследований смешанного метода, чтобы внести свой вклад в область исследования. В данном исследовании был использован метод качественного мета-резюме, представляющий собой разновидность обобщения результатов исследования. Качественное мета-резюме представляет собой количественную сумму качественных результатов в виде тематического резюме или данных анкеты по любой теме исследования. В этом методе результаты, полученные в результате качественных исследований, проведенных в одной и той же предметной области, объединяются, и рассчитывается величина эффекта каждого результата. Таким образом, он направлен на то, чтобы сделать больше интерпретаций, определив распространенность и важность результатов.

Ключевые слова: STEM-образование, активное участие, исследовательское обучение, профессиональное развитие, результаты обучения, мета-резюме

Кіріспе

STEM-бұл осы салалардағы білімді немесе кәсіби тәжірибені көрсету үшін технология, ғылым, математика және инженерияның бастапқы сөздерін біріктіруде арқылы жасалған (Макдональд, 2016). Бұл әдіспен жаратылыстану ғылымдары саласы бойынша оқу білім бағдарламасы «ғылым, инженерия, технология, қоғам, қоршаған орта» білімінен, дағдыларынан, аффективті аспектілерінен және контекстінен қалыптасты. Білімді өлшеу жер мен ғаламнан, тіршілік пен өмірден, физикалық құбылыстардан, материя мен табиғат тақырыптарынан тұрды. Дағдыларды өлшеу ғылыми үрдіс дағдыларынан, өмірлік дағдылардан, дизайнерлік және инженерлік дағдылардан тұрды. Аффективті өлшем көзқарастан, мотивациядан, құндылықтан және жауапкершіліктен тұрды. «Ғылым-инженерия-технология-қоғам-қоршаған орта» контексті сонымен бірге әлеуметтік-ғылыми пәндерден, ғылымның табиғатынан, техниканың ғылымның, және технологияның қарым-қатынасынан, ғылым мен техниканың қоғаммен қарым-қатынасынан,

тұрақты даму туралы хабардар болудан және кәсіби сананың аспектілерінен тұрады: білім, дағдылар және аффективті өлшемдермен байланысты болды (Кошалка және т.б., 2007).

Бұған проблемалық оқыту, жобалық оқыту, бірлескен оқыту және түсіндіруге негізделген оқыту сияқты оқытудың әртүрлі формалары арқылы қол жеткізуге болады. STEM саласы үшін қарым-қатынасты ынталандыру үшін оқытудың ең айқын араласуларының бірі проблемаларды зерттеу болып табылады. Ғылыми-зерттеу білімінің негізгі функциясы-зерттеу мәселелеріне негізделген эксперименттерді жобалау мен жүргізуді көздейтін зерттеулер жүргізу (Колмквист, 2014). Экспериментте студенттер айнымалылардың мәндерін басқаруы және олардың негізгі механизмдерінің қалай жұмыс істейтіні туралы қорытынды жасау үшін осы амалдардың басқа айнымалылардың мәндеріне әсерін бақылауы керек. Олар мұны өздерінің бар білімдерін тексеру және мүмкін түзету және/немесе жаңа білімдерді жасау үшін, сондай-ақ ICAP шеңберінің белсенді және сындарлы зерттеу қызметін көрсететін тұжырымдамалық диаграммалар немесе гипотезалар сияқты артефактілерді жасау үшін жасай алады.

Дәстүрлі ТҮРДЕ STEM тақырыптары бойынша ғылыми саласында оқыту практикалық зертханаларда зерттеулер жүргізуге бағытталған, бірақ қазіргі уақытта онлайн зертханалар (виртуалды және қашықтан немесе деректер жиынына негізделген) түріндегі балама әдіс бар (Кошалка, 2007).

STEM білімін анықтаудағы абсолюттіромаға келмесе де, кейбір зерттеушілер ғылымның, технологияның, инженерияның және Математиканың кейбір немесе барлық салаларын немесе сыныптың, модульдің немесе курстың кейбір бөліктерін өзара байланысқа негізделген біріктіруге тырысады.пән және нақты өмір мәселелері (Мур және т.б., 2014), ал кейбір зерттеушілер мұны екі немесе одан да көп STEM салалары арасында немесе STEM салалары мен басқа курстар арасында оқыту мен оқытуды зерттеу тәсілі ретінде анықтайды (Сандерс, 2009). STEM-ді студенттерге оқуды байыту үшін ғылым, технология, математика және инженерияға қатысты нақты мәселелерге қатысты контексттерде STEM-дің екі немесе одан да көп пәндік бағыттарының мазмұнын үйрететін тәсіл ретінде анықтады (Келли және т.б., 2016). Осы анықтамаларға сәйкес STEM білімі қолданылады, өйткені (i) ол ғылымның, технологияның, математиканың және инженерияның кем дегенде екі саласын байланыстыратын қосымшаны қамтиды, (ii) бұл салалар нақты мәселелерге негізделген контексте біріктірілген және (iii) бұл студенттерге пәндерді оқытуға көмектеседі немесе оларды байытады оқыту. STEM білім берудің мақсаты-студенттерге STEM тақырыптары мен тәжірибелерін ұсыну, STEM-ге оң көзқарас қалыптастыру және оларға өмір бойы білім алуға мүмкіндік беру, (i) STEM салаларын мамандық ретінде таңдайтын студенттер санын көбейту, (ii) STEM дағдыларымен жұмыс күшін кеңейту және (iii) олардың санын көбейту STEM саласында сауатты студенттер. Басқаша айтқанда, студенттер STEM білім беру шеңберінде кейбір дағдыларды игере отырып, тұтынушы позициясынан өндіруші позициясына өту үшін STEM салаларында мансапқа ие болады деп күтілуде. Осы мақсаттарды зерттей отырып, STEM білім беру арқылы жұмыс күшін құрудың мақсаты саяси деп айтуға болады, ал STEM сауаттылығы бойынша студенттерді оқыту педагогикалық мақсатқа қызмет етеді. STEM алдымен жеке пән ретінде қарастырылды, содан кейін оқу бағдарламаларында инженерлік саланың болмауына

байланысты басқа салаларға көп көңіл бөлінді (Блэкли және т.б., 2015).

Сыныптағы әртүрлі педагогикалық тәжірибелер арқылы мектеп біліміне технология мен техниканы біріктіру оқушылардың оқуын байытудың және STEM салаларында оқушылардың үлгерімін арттырудың тиімді құралы ретінде айтылды (Брофи және т.б., 2008). Шынында да, STEM интеграцияланған оқытудың оқу нәтижелеріне әсері туралы жүргізген әдебиеттерге шолу STEM білімінің оқушылар мен оқытушылар үшін маңызды артықшылықтары бар екенін анықтады (ҰЗК, 2011). Осыған сәйкес студенттерге арналған STEM білім беру нәтижелері (i) оқу үлгерімін арттыру, (ii) 21 ғасырдың дағдыларын жетілдіру, (iii) STEM салаларында курстардан өтетін, білімін жалғастыратын және жоғары білім алатын студенттер санының артуы ретінде анықталады, (iv) STEM жұмыс күшінің ұлғаюы, (v) STEM-ге қызығушылықты, сондай-ақ STEM сәйкестігін дамыту және (vi) STEM өрістері арасында түсінік беру қабілетін жақсарту. Мұғалімдер үшін оқыту нәтижелері оқыту стратегияларын пайдалану болып табылады, яғни (i) студенттерді ғылыми зерттеулерге немесе инженерлік жобалауға тарту және (ii) STEM білімі мен оқыту мазмұнын жетілдіру.

Қазіргі қоғамда STEM (технология, ғылым, математика және инженерия) саласындағы жоғары білікті жұмысшыларға қажеттілік артып келеді, олар өз салаларында терең білімге ие болып қана қоймайды, сонымен қатар рефлексияға қабілетті және күрделі мәселелер бойынша командада жұмыс істей алатын Т-тәрізді мамандар деп аталады (Котабиш және т.б., 2013). Бұл ХХІ ғасырдағы дағдыларды игерумен бірге қатысатын оқу формасына ерекше назар аударуды, білім беру тәсілін дағдыларын меңгеруін талап етеді. Технология мұғалімдерге белсенді немесе қатысымдық оқытуды қамтамасыз ететін және студенттерге оқытудың осы түрлерін қолдауға арналған құралдармен және оларды оқытуға арналған құралдармен қамтамасыз ететін салаға қатысты интерактивті қолданбаларды (мысалы, онлайн зертханалар) қамтамасыз ету арқылы бұл өзгеріске қол жеткізуге көмектеседі. STEM саласы үшін осы мақсаттарды жүзеге асыратын шешім әзірленді және іске асырылды.

Оқытуға қатысу, әдетте, терең тұжырымдамалық білім алудың қозғаушы күштерінің бірі ретінде қарастырылады. Оқу процесінің деңгейінде қатысатын оқыту студенттердің берілген ақпаратты өзгертетін даму, абстракция және байланыстыру сияқты терең когнитивті процестерді қолданатынын білдіреді. ICAP құрылымы осы тұрғыда өзекті. ICAP құрылымы оқушылардың оқу материалына қатысуының бірнеше деңгейлерін ажыратады, олар пассивті, бейнені қарау, белсенді, мысалы, басқа материалдарға сілтемелер орнату, блог сияқты артефактілерді жасау сияқты конструктивті және басқалармен талқылау кезінде интерактивті. Басқа зерттеулерге және өз жұмыстарына сүйене отырып, интерактивті оқыту ең жақсы өнімділікке әкеледі, одан кейін белсенді оқыту және сындарлы, ал пассивті тәсілдер ең аз тиімді деп мәлімдеді. Жалпы, әдебиетте оқуға қатысудың (цифрлық) курстарды аяқтаумен нақты байланысы бар екендігі туралы консенсус бар.

Әдістері

Бұл зерттеу, сапалы мета-түйіндеме түрі болып табылатын әдіс зерттеу қолданылған синтез. Сапалы мета-түйіндеме-кез келген зерттеу тақырыбы бойынша тақырыптық түйіндеме немесе сауалнама деректері түріндегі сапалық нәтижелердің сандық қосындысы. Бұл әдісте бір пәндік салада жүргізілген сапалы зерттеулерден алынған нәтижелер біріктіріліп, әр нәтиженің әсер ету мөлшері

есептеледі. Осылайша, ол нәтижелердің таралуы мен маңыздылығын анықтай отырып, көбірек түсіндіруге бағытталған. Бұл зерттеуде сапалы мета-жиынтық әдісін қолдану себебі STEM білім беру саласында жүргізілген зерттеулер негізінен сапалы тақырыптық сипатта болады (Робинсон және т.б., 2014). Сапалық мета-жинақтау әдісі есептерден сәйкес қорытындыларды шығару, (ii) нәтижелерді өңдеу, (iii) нәтижелерді ортақ тақырыптарға топтау, (iv) нәтижелерді абстракциялау және (v) әсер мөлшерін есептеу (v) қадамдарды қамтиды (Санделовский және т.б., 2007).

Алынған нәтижелер

1-кестеден көріп отырғанымыздай, STEM білім беру қатысушылары STEM білім берудің қосқан үлесі туралы өз пікірлерін білдірді білімді өлшеу 15 өрнектің бірінде, дағдылар өлшеу олардың тоғызы, және аффективті өлшеу олардың бесеуі. Қатысушылар 80 % әсер ету мөлшерімен (f = 5) STEM білімі физикалық құбылыстарды зерттеу туралы оқу немесе пәндерді үйрену үшін ең қолайлы екенін айтты. STEM білімінің дағдыларды өлшеуге қосқан үлесі зерттелгенде, бұл білім 57,1 % (f=13) әсер ету мәнімен өмірлік дағдыларды жақсартуға барынша ықпал ететіні анықталады. Осыдан кейін STEM білімі сәйкесінше 47,6 % әсер ету мөлшерімен (f = 10) психомоторлық дағдыларды, 42,9 % әсер ету мөлшерімен проблемаларды шешу, ғылыми процесс, инженерия және дизайн дағдыларын (f = 9), әсер ету өлшемімен қиял және зерттеу дағдыларын дамытады. әсер мөлшері 28,6 % (f=6), әсер мөлшері 23,8 % болатын сыни ойлау дағдылары (f=5) және әсер мөлшері 19,1 % болатын 21 ғасыр дағдылары (f=4).

Кесте 1

ROOT білімінен жаратылыстану пәндері бойынша оқу бағдарламасының өлшемдеріне қосқан үлестері

Ғылым бойынша оқу жоспарындағы өлшемдер мен өрнектер	Жиілік (N)	Әсер өлшемі (%)
ROOT білім беру физикалық құбылыстардан үйренуге байланысты пәндерді оқыту немесе үйрену үшін қолайлырақ.	4	80
ROOT білім беру оқушылардың өмірлік дағдыларын арттырады.	12	57,1
ROOT білім беру студенттердің психомоторлық дағдыларын дамытады.	10	47,6
ROOT білім беру проблемаларды шешу дағдыларын жақсартады.	9	42,9
ROOT білім беру студенттердің ғылыми процесс дағдыларын арттырады.	9	42,9
ROOT білім беру студенттердің инженерлік және дизайн дағдыларын дамытады.	9	42,9
ROOT білім беру оқушылардың қиялын жақсартады.	6	28,6
ROOT білім беру студенттердің зерттеу дағдыларын арттырады.	6	28,6
ROOT білім беру сыни ойлау дағдыларын жақсартады.	5	23,8
ROOT білім беру студенттерден 21 ғасыр дағдыларын дамытады.	4	19,1
ROOT білім беру студенттердің оқуға деген құштарлығы мен ынтасын оятып, олардың назарын аударып, қызығушылық пен қызығушылықты оятады.	15	71,4

ROOT білім беру студенттердің сабаққа деген оң көзқарасын қалыптастыруға мүмкіндік береді.	7	33,3
ROOT білім беру студенттерге өздерінің оқуы мен жұмысына жауапкершілік жүктейді. ROOT білім беру студенттерге өздерінің оқуы мен жұмысына жауапкершілік жүктейді.	6	28,6
ROOT білім беру студенттердің батылдығы мен өзіне деген сенімділігін арттырады, олардың өздерін құзыретті сезінуіне ықпал етеді.	5	23,8
ROOT білім беру студенттерге нақты өмірлік мәселелерден хабардар болуға, өз білімдері мен дағдыларын қалыптастыруға мүмкіндік береді.	4	19,1

STEM білімінің аффективті өлшемге қосқан үлесін зерттей отырып, бұл білім назар мен қызығушылықты тудырады, қызығушылық тудырады және 71,4 % ($f=15$) әсер ету мәнімен оқуға деген ұмтылыс пен мотивацияны қамтамасыз етеді. Бұл келесіге сәйкес келеді дамыту оң көзқарас the сабақтар бірге A әсер мөлшері 33,3 % - ға ($f=7$), оқушыларға 28,6 % әсер ету жауапкершілігін беру ($f=6$), оқушылардың өзіне деген сенімділігін арттыру, 23,8 % әсер ету ($f=5$) және оқушыларға мүмкіндік беру хабардар болу нақты өмір ретінде өз білімі мен дағдылары туралы 19,1 % әсер ету шамасымен ($f = 4$).

Қатысушылар STEM-білім берудің оқу процесіне қосқан үлесі туралы өз пікірлерін білдірді. Бұл көріністер жеті өрнек арқылы 2-кестеде тұжырымдалған.

Кесте 2-ROOT білім берудің оқу-оқыту процесіне қосқан үлесі

Оқу бағдарламасының элементтері мен өрнектері	Жілік (N)	Эффект Размер (%)
ROOT білім беру студенттерге қызықты білім алуға мүмкіндік береді.	13	61,9
ROOT білім беру тиімді және үздіксіз оқуды қамтамасыз етеді.	10	47,6
ROOT студенттерді ынтымақтастықта (топтық өзара әрекеттесу, алмасу және әлеуметтену) үйренуге мүмкіндік береді.	8	38,1
ROOT білім беру студентке бағытталған білім беруді үйренуге мүмкіндік береді.	8	38,1
STEM білім беру студенттердің белсенді қатысуын қамтамасыз етеді.	6	28,6
ROOT білім беру серіктестері курс мазмұнын өмірмен (өмір мәселелері).	6	28,6
ROOT білім беру теориялық білімнен тәжірибеге көшуді және ақпаратты нақтылауды қамтамасыз етеді.	5	23,8

Қашан үлес туралы STEM-оқыту процесінде білім беру сәйкес қарастырылады 2-кестеге сәйкес, бұл білім оқушыларға үйренуге мүмкіндік беретінін көруге болады максималды ләззат әсер ету мөлшері 61,9 % ($f = 13$). Осыдан кейін тиісінше тиімді және тұрақты оқыту бірге A әсер мөлшері туралы 47,6 % ($f=10$), кооператив және жеке тұлғаға бағытталған оқыту 38,1 % әсер етеді ($f=8$), белсенді қатысуды және курс мазмұнын күнделікті өмірмен байланыстыруды қамтамасыз етеді, әсер мөлшері 28,6 % ($f=6$), және сондай-ақ, әсер мөлшері 23,8 % ($f=5$) болатын білімді беру арқылы ақпаратты нақтылау.

Қатысушылар STEM білімінің шектеулері және оның 11-де қолданылуы

туралы өз пікірлерін білдірді. Бұл көріністер 3-кестеде жеті өрнек арқылы тұжырымдалған.

Кесте 3-ROOT білімінің шектеулері және оны қолдану бойынша ұсыныстар

Шектеулер, ұсыныстар және өрнектер	Жиілік (N)	Эффект өлшемі (%)
ROOT білім беруді дайындау және орындау уақытты қажет етеді.	14	100
Бұл ROOT бойынша білім беруді жүзеге асыру үшін барабар жабдықтар мен материалдардың қажеттілігіне байланысты қымбат.	11	78,6
ROOT білім беруді дайындау және орындау қиын.	5	35,7
ROOT білім берудің оқу бағдарламасына және тестке бағытталған білім беру жүйесіне ешқандай қатысы жоқ.	5	35,7
ROOT білім беруді толып жатқан сыныптарға қолдануға болмайды.	4	28,6
Мұғалімнің STEM білім берудегі білімі мен біліктілігін арттыру үшін біліктілікті арттыру семинарлар, конференциялар немесе практикумдар түрінде жүргізілуі керек.	5	45,5
STEM білім беруді жүзеге асыру үшін көмекші материал ұсынылуы керек.	5	45,5

3-кестеден көріп отырғанымыздай, STEM білім беру қатысушылары Жеті өрнектің бесеуінде осы әрекеттердің шектеулері және олардың екеуінде қолдану мүмкіндігі туралы пікірлерін білдірді. STEM білім берудің шектеулерін зерделеу кезінде STEM білім беруді дайындау және енгізу әсер мөлшері 100 % ($f = 14$) максималды уақытты қажет ететіні анықталды. Одан кейін тиісінше әсер мөлшері 78,6 % ($f = 11$) сәйкес жабдықтар мен материалдарға қажеттілік, дайындық пен қолданудың күрделілігі және 35,7 әсер мөлшерімен білім беру жүйесімен байланысының болмауына байланысты жоғары шығындар келеді. % ($f=5$) және әсер мөлшері 28,6 % ($f=4$) толып жатқан сыныптарда қолданылмайды.

3-кестеге сәйкес ROOT Тамыр білім беруді қолдану мүмкіндігін жақсарту бойынша қатысушылардың ұсыныстарын зерделеу, көбінесе мұғалімдерге семинарлар, конференциялар немесе шеберханалар сияқты өндірістен қол үзбей оқытуды ұсыну ұсынылады материал 45,5 % әсер ету мөлшерімен максимумға қолдау ($f=5$).

Талқылау

Бұл зерттеу мұғалімдердің, студенттердің және мұғалімдерге үміткерлердің STEM білімінің үлесі, шектеулері және қолданылуы туралы пікірлерінің маңыздылығы мен басымдылығын анықтауға бағытталған. STEM білімінің білімге қосқан үлесі (1 өрнек), дағдылар (9 өрнек) және аффективті (5 өрнек) жаратылыстану ғылымдары бойынша оқу бағдарламасының аспектілері және SETSE контекстінің (2 өрнек) жалпы саны 17 өрнектен абстракцияланған, ал оның шектеулері абстракцияланған. 2 өрнек және оның 2 өрнекпен қолданылуына ұсыныстар (Ланц, 2009).

STEM білім берудің оқу бағдарламасының білім өлшеміне қосқан үлесін зерттегенде, энергияның әртүрлі түрлері, күш пен қозғалыс ұғымдары, олардың қасиеттері мен өзара әрекеттесулері туралы ғылыми ақпарат беретін физикалық құбылыстарды қамтитын ең өзекті физика пәндері екені анықталды (Мур және т.б., 2014).

STEM білім беру өмірлік дағдылар мен өлшеу дағдыларын дамытуға барынша қолайлы екені анықталды. Өмірлік дағдылар аналитикалық ойлау,

шешім қабылдау, креативті ойлау, кәсіпкерлік, коммуникация және топта жұмыс істеу сияқты қолдау дағдыларынан тұрады. Өмірлік дағдылардан басқа, бұл мета-жиынтықтастырылған зерттеуде қамтылған зерттеулерде кеңінен айтылды, STEM білім беру сонымен қатар психомоторлық дағдыларды, ғылыми процесті, проблемаларды шешуді, сыни ойлауды, инженерия мен дизайнды, қиялды, оқушылардың 21 ғасырдағы зерттеулері мен дағдыларын дамытуға ықпал ететінін айтады (Робинсон, 2016). 21 ғасырдағы дағдылар басқа дағдылардың көпшілігін қамтиды. XXI ғасыр дағдыларын әртүрлі ұйымдар мен зерттеушілер әртүрлі анықтағанымен, олар инновациялық ойлау және креативтілік, сыни тұрғыдан ойлау, шешім қабылдау, проблемаларды шешу, коммуникация, метатану, топта жұмыс істеу, ақпараттық-коммуникациялық технология сауаттылығы және интеграциялық әлем сияқты дағдылардан тұрады. Бұл дағдылар маңызды болып саналады, өйткені олар жеке тұлғаның когнитивті, жеке және тұлғааралық аспектілерін дамытуға және олардың өмірінде кездесетін күрделі қиындықтарға дайындау арқылы олардың әлеуетін түсінуге көмектеседі (Онтарио, 2016). Бұған қоса, мұндай дағдыларға ие адамдар кәсіби өмірінде күтілетін біліктілікке оңай бейімделе алады. Аффективті өлшемде STEM білімі оқушылардың көпшілігінің назарын аударды, қызығушылық пен қызығушылықты тудырды және оларға оқуға деген ынта менаниеылас берді. Оқытудағы Мотивация оқушылардың не нәрсеге назар аударатынына әсер етеді, қалай ұзақ олар ерік олардың назарын аудару және қаншалықты күш олар ерік оқытуға жұмсау.

Сондықтан студенттердің жоғары мотивациясы олардың жоғары оқу үлгеріміне ықпал ете алады. Мотивациядан басқа, STEM білім беру студенттерге оң көзқарасты дамытуға мүмкіндік беретіні, оларға жауапкершілікті күшейтетіні, өзіне деген сенімділігін арттыратыны және шынайы өмірдегі мәселелер туралы да, өздері туралы да хабардар болуын арттыратыны жеке зерттеулерде белгілі.

Қорытынды

STEM білім берудің оқу және оқыту процесіне қосқан ең маңызды үлесі студенттердің көңіл көтеру арқылы үйрене алатыны анықталды. STEM білімінің қызықты болуының себебі студенттердің назарын аударатын мәселеге тап болуы мүмкін және осылайша олар бірлескен топтарда жұмыс істеу арқылы оқытуға белсенді қатысады. STEM білімі арқылы тиімді және тұрақты оқытуды беру арқылы жүзеге асыруға болады мазмұны туралы The сабақтар дейін нақты өмір және оларды жасау нақты. Кімге осы тұжырымдарды растау, (ҰЗК, 2011) мәліметтері бойынша, тиімді STEM білімі оқушылардың қызығушылықтары мен тәжірибесін пайдаланатын, білгендерін ашатын және олардың білімдері негізінде жаңа білім қалыптастыратын және оларды белсенді қатысуға ынталандыратын оқыту ретінде анықталды. Осы себепті STEM білім беру бағдарламасы осындай оқу атмосферасын құруы үшін зерттеушілік, проблемалық, нәтижеге негізделген және конструктивтік оқыту тәсілін қолдану ұсынылады (Лэнд, 2013).

STEM-білім берудің ең маңызды шектеулері дайындық пен қолдану үшін уақытты қажет ететіндігі, сонымен қатар жабдық пен материалдардың жеткілікті мөлшерін қажет ететіндіктен қымбат екендігі анықталды. Сонымен қатар, дайындау мен қолданудағы қиындықтар, оқу жоспарларының жарамсыздығы және оларды толып жатқан сыныптарда жүзеге асыру мүмкін еместігі STEM білім берудің басқа да жалпы шектеулері ретінде анықталды. Осы зерттеудің нәтижелері бойынша мұғалімдерге STEM білімінің қолданылуын арттыру үшін біліктілікті арттыру бағдарламаларына қатысу және материалдық қолдау көрсету ұсынылды. STEM-ді оқытуда туындайтын қиындықтар мұғалімдердің тәжірибесінің жеткіліксіздігі, жоғары құны, нашар материалы және ұзақтығы екенін анықтады (Найт және т.б., 2017). Сол зерттеуде осы қиындықтарды жеңу үшін мұғалімдер болуы керек деген

болжам жасалды берілген STEM негізінде жоба дайындық оқыту, топ іс-шаралар болып табылады дейін болу жұмысты аяқтағаннан кейін оңай қол жетімді және қайта өңделген материалдарға артықшылық беру керек, ал STEM жобалары сабақтан тыс уақытта жасалуы керек (Пул, 2016).

Осы зерттеудің нәтижесінде (I) STEM-білім беру тек физика саласында ғана емес, басқа салаларда да берілуі керек деп болжауға болады, (II) STEM-білім беру практикасы оқушылардың әртүрлі дағдыларын жетілдіріп, олардың мотивациясын арттыруы керек. мұғалімдер мұндай тәжірибелерді қамтуы керек, өйткені олар қызықты, (III) материалдық қолдау көрсетілуі керек, өйткені STEM оқытудың маңызды шектеулері еңбек сыйымдылығы мен қымбаттығы болып табылады, (IV) мұғалімдерге STEM жобаларын дайындау үшін кәсіби даму бағдарламалары ұсынылуы керек (Тати және т.б., 2017).

Үлкен суретті көру үшін халықаралық әдебиеттерді қосу немесе мета-анализ арқылы сандық деректерді синтездеуді қамтитын аралас әдісті зерттеу синтезін орындау, сондай-ақ болашақ зерттеу синтезі зерттеулерінің мета-түйіндемесі де зерттеу саласына ықпал етуі мүмкін. Сонымен қатар, осы мета-шолу зерттеуіне енгізілген негізгі зерттеулер STEM білімін алған қатысушылардың STEM біліміне деген көзқарасын зерттейтін зерттеулер болды. Болашақ зерттеулер қатысушылардың пікірін емес, STEM білім берудің әртүрлі білім беру нәтижелеріне әсерін зерттейтін эксперименталды зерттеулер болуы керек.

Аталмыш мақала ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің 2023–2025 жж. жүзеге асырылатын АР19678780 «Цифрлық ресурстар арқылы ЖОО оқытушысы мансабының әртүрлі кезеңдерінде «soft skills» қалыптастыру кезінде кәсіби дамудағы кедергілерді зерттеу» гранттық қаржыландыру аясында дайындалды.

ӘДЕБИЕТТЕР

Блэкли С., Хоуэлл Дж. (2015). STEM тарихы: қалыптасу процесінде 15 жыл. Австралиялық білім беру журналы. — 40 (7). — DOI:10.14221/ajte.2015v40n7.8.

Брофи С., Клейн С., Портсмор М. Роджерс С. (2008). С-12 класты сыныптарда инженерлік білім беруді дамыту. Инженерлік білім журналы. — 97 (3). — 3-69-387.

Котабиш А., Дейли Д., Робинсон А., Хунгес Г. (2013). STEM оқытудың бастауыш сынып оқушыларының ғылыми білімі мен дағдыларына әсері. Мектеп ғылымы және математика. — 113(5). — 215–226.

Колмквист С. (2014). Студенттердің білім беру роботтарымен өзара әрекеттесуін және олардың ғылыми, технологиялық, инженерлік және математикалық оқытуға (STEM) әсерін және оған қатынасын кешенді зерттеу (техника ғылымдарының кандидаты ғылыми дәрежесін алуға арналған дипломдық жұмыстар мен диссертациялар). Оңтүстік Флорида Университеті. Алынған. — <http://scholarcommons.usf.edu/etd/5043>.

Келли Т.Р., Ноулз Дж.Г. (2016). Интеграцияланған STEM білімінің тұжырымдамалық негізі. STEM-білім берудің халықаралық журналы. — 3(1). —1–11.

Кошалка Т.А., Ву Ю., Дэвидсон Б. (2007). Бөлінген инженерлік білім беру ортасы шеңберінде ведомстваралық ынтымақтастық жағдайында оқу бағдарламаларын жобалау мәселелері. Корпоративтік, мемлекеттік басқару, денсаулық сақтау және жоғары білім берудегі электрондық оқыту жөніндегі дүниежүзілік конференцияда.

Лэнд М.Х. (2013). Толық алға: өнерді STEM-ге біріктірудің артықшылықтары. Информатика шеруі. — 20. —547–552.

Ланц Жр. Х.В. (2009). Ғылым, технология, инженерия және математика (STEM) білімі. Қандай формада? Қандай функция? Есеп. Ағымдағы техникалық интеграция. — Балтимор.

Макдональд К.В. (2016). STEM білімі: ғылыми пәндер, технологиялар, инженерия және математика салымдарына шолу. Халықаралық ғылыми білім. — 27(4). — 530–569.

Мур Т.Дж., Столманн М.С., Ван Х.Х., Танк К.М., Глэнси А.В. Рериг Г.Х. (2014). К-12 STEM біліміне инженерлік білім беруді енгізу және интеграциялау. Мектепке дейінгі мекемелердегі

инженерлік білім: зерттеулер, саясат және практика синтезі. — Б. 35–60. — Пурдю университетінің баспасы.

Мур Т.Дж., Смит К.А. (2014). STEM интеграциясының заманауи деңгейін ілгерілету. STEM білім журналы. —15(1). — 5–10.

Ұлттық зерттеу кеңесі (NRC). (2011). K-12 бағдарламасы бойынша табысты STEM білім беру: ғылым, технология, инженерия және математикадағы тиімді тәсілдерді анықтау. — Вашингтон, Колумбия округі: *Ұлттық академиялық баспасөз*.

Найт С.Б., Капраро М.М., Капраро Р.М., Бичер А. (2017). STEM оқыту және оқыту ерекшеліктерін түсіндіру: метасинтез. STEM-педагогикалық білім журналы. — 52(1). —31–53.

Пул М. (2016). Ойын алаңында STEM-білім беруді дамыту: мұғалімдердің мектеп бақтарын пайдалануына әсер ететін факторларды жағдайлық зерттеу (диссертация). — Портленд мемлекеттік университетінің мақаласы № 2723.

Онтарио (2016). 21 ғасырдың құзыреттері. Талқылауға арналған негізгі құжат. Алынған — https://www.kslaring.no/pluginfile.php/57624/mod_page/content/1/21stCentury%20Competencies.pdf

Робинсон Н. (2016). Математикадағы оқу процесінде сегізінші сынып оқушыларының үлгерімі мен қатысуына STEM интегративті оқу бағдарламасын қолданудың әсерін зерттейтін кейс-стади (диссертация). Джорджия мемлекеттік университеті. Алынған. — http://scholarworks.gsu.edu/mse_diss/32.

Робинсон А., Дейли Д., Хьюз Г., Котабиш А. (2014). STEM-ге бағытталған курстың дарынды бастауыш сынып оқушыларының ғылыми білімі мен дағдыларына әсері. Алдыңғы қатарлы ғалымдар журналы. — 25(3). —189–213.

Сандерс М. (2009). STEM, STEM білімі, STEM мания. Технология мұғалімі. — 68(4). — 20–26.

Санделовский М. Барроу Дж. (2007). Сапалы зерттеулерді жалпылауға арналған нұсқаулық. — Нью-Йорк: Спрингер.

Тати Т., Фирман Х., Рианди Р. (2017). Қайық үлгісін әзірлеу жобасы бойынша STEM оқытудың оқушылардың STEM сауаттылығын арттыруға әсері. — *Физикалық журнал: конференциялар сериясы*. doi :10.1088/1742-6596/895/1/012157.

REFERENCES

Blackley S., Howell J. (2015). STEM narrative: 15 years in the making. — *Australian Journal of Teacher Education*. — 40(7). — DOI:10.14221/ajte.2015v40n7.8.

Brophy S., Klein S., Portsmore M. & Rogers C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*. — 97(3). — 369–387.

Cotabish A., Dailey D. Robinson A., Hunghe G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*. — 113(5). — 215–226.

Holmquist S. (2014). *A multi-case study of student interactions with educational robots and impact on Science, Technology, Engineering, and Math (STEM) learning and attitudes* (Graduate Theses and Dissertations). University of South Florida. — Retrieved from <http://scholarcommons.usf.edu/etd/5043>.

Kelley T.R., Knowles J.G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. — *International Journal of STEM Education*. —3(1). — 1–11.

Koszalka T.A., Wu Y., Davidson B. (2007). *Instructional design issues in a cross-institutional collaboration within a distributed engineering educational environment*. In World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education.

Land M.H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. — *Procedia Computer Science*. —20. — 547–552.

Lantz Jr. H.B. (2009). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education. What Form? What Function? *Report*, — *CurrTech Integrations*, Baltimore.

McDonald C.V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. — *Science Education International*. —27(4). — 530–569.

Moore T.J., Stohlmann M.S., Wang H.H., Tank K.M., Glancy A.W., Roehrig G.H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* -35-60. Purdue University Press.

Moore T.J., Smith K.A. (2014). Advancing the State of the Art of STEM Integration. *Journal of STEM Education*. —15(1). — 5–10.

National Research Council [NRC]. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering and mathematics*. Washington, DC: The National Academic Press.

Nite S.B., Capraro M.M., Capraro R.M., Bicer A. (2017). Explicating the characteristics of STEM teaching and learning: A Meta-synthesis. *Journal of STEM Teacher Education*. — 52(1). — 31–53.

Poole M. (2016). *Growing STEM education on the playground: A case study of the factors that influence teachers' use of school gardens* (Dissertations and Theses). Portland State University Paper. — № 2723.

Ontario (2016). 21st century competencies. Foundation document for discussion. Retrieved from — https://www.kslaring.no/pluginfile.php/57624/mod_page/content/1/21stCentury%20Competencies.pdf

Robinson N. (2016). *A case study exploring the effects of using an integrative STEM curriculum on eighth grade students' performance and engagement in the mathematics classroom* (Dissertation). Georgia State University. — Retrieved from http://scholarworks.gsu.edu/mse_diss/32.

Robinson A., Dailey D., Hughes G., Cotabish A. (2014). The effects of a science- focused STEM intervention on gifted elementary students' science knowledge and skills. — *Journal of Advanced Academics*. — 25(3). — 189–213.

Sanders M. (2009). STEM, STEM Education, STEM mania. — *The Technology Teacher*. — 68(4). — 20–26.

Sandelowski M., Barroso J. (2007). *Handbook for synthesizing qualitative research*. New York: Springer.

Tati T., Firman H., Riandi R. (2017). *The effect of STEM learning through the project of designing boat model toward student STEM literacy*. — *Journal of Physics: Conference Series*. — DOI :10.1088/1742-6596/895/1/012157.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 218–234
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.278>

© **A.A. Mukhanova**¹, **S.K. Kozhukaeva**^{1*}, **L.G. Rzayeva**², **Zh.E. Doumcharieva**³,
U.T. Makhazhanova¹, 2024

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

²Astana IT University, Astana, Kazakhstan;

³Taraz Regional University named after M.Kh. Dulaty.

E-mail: ayagoz198302@mail.ru

APPLICATION AND ANALYSIS OF DEEP LEARNING MODELS FOR DIAGNOSIS OF RETINAL DISEASES FROM MEDICAL IMAGES

A.A. Mukhanova — PhD, associate professor L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail ayagoz198302@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3987-0938>;

S.K. Kozhukaeva — undergraduate student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail tadilas@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0008-8488-2317>;

L.G. Rzayeva — PhD, Assistant Professor, Astana IT University, Astana, Kazakhstan

E-mail l.rzayeva@astanait.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-3382-4685>;

Zh.E. Doumcharieva — master's degree, Taraz Regional University named after M.H. Dulati, Taraz, Kazakhstan

E-mail zhanagul78@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4085-8409>;

U.T. Makhazhanova — PhD, Senior lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail makhazhan.ut@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5528-8000>.

Abstract. The article is devoted to the study and application of deep learning methods for the diagnosis of retinal diseases based on medical images. The stage of medical image analysis includes the use of modern deep learning models for eye diseases such as diabetic retinopathy, glaucoma and cataracts. The study of medical retinal images includes complex and subtle details that require high accuracy and special knowledge. In the course of the study, a comparative analysis of various models was carried out to determine their effectiveness for the implementation of specific diagnostic tasks. With the help of the analysis, the methods with the greatest effectiveness for the diagnosis of eye diseases were selected. The application of the selected methods in the field of medicine, in particular, in the diagnosis of retinal diseases, opens up new horizons. The use of deep learning models contributes not only to the automation of the data processing process, but also to a significant improvement in the accuracy and speed of diagnostics. Within the framework of the article, special attention was paid to the development of algorithms capable of processing medical images in real time, which is an important aspect of preventing serious consequences, including vision loss, through surgical intervention in the treatment process.

Keywords: deep learning, retinal diseases, convolution neural network, classification, segmentation

©А.А. Мұханова¹, С.К. Кожукаева^{1*}, Л.Г. Рзаева², Ж.Е. Доумчариева³,
У.Т. Махажанова¹, 2024

¹Л. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан;

²Astana IT University, Астана, Қазақстан;

³М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан.

E-mail: ayagoz198302@mail.ru

МЕДИЦИНАЛЫҚ БЕЙНЕЛЕР НЕГІЗІНДЕ КӨЗ ТОРЫНЫҢ АУРУЛАРЫН ДИАГНОСТИКАЛАУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ МОДЕЛЬДЕРІН ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

А.А. Мұханова — PhD, қауымдастырылған профессор, Л.Н. Гумилев атындағы Евразия Ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail ayagoz198302@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3987-0938>;

С.К. Кожукаева — студент, Л.Н.Гумилев атындағы Евразия Ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail tadilas@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0008-8488-2317>;

Л.Г. Рзаева — PhD, Ассистент Профессор, Astana IT University, Астана, Қазақстан

E-mail l.rzayeva@astanait.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-3382-4685>;

Ж.Е. Доумчариева — магистр, М.Х.Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан

E-mail zhanagul78@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4085-8409>;

У.Т. Махажанова — PhD, аға оқытушы, Л.Н.Гумилев атындағы Евразия Ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail makhazhan.ut@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5528-8000>.

Аннотация. Мақала медициналық бейнелер негізінде көз торының ауруларын диагностикалау үшін терең оқыту әдістерін зерттеуге және қолдануға арналған. Медициналық кескінді талдау кезеңі терең оқытудың заманауи моделдерін диабеттік ретинопатия, глаукома және катаракта сияқты көз ауруларын үшін қолдануды қамтиды. Көз торының медициналық кескіндерін зерттеу жоғары дәлдік пен арнайы білімді талап ететін күрделі және нәзік бөлшектерді қамтиды. Зерттеу барысында нақты диагностикалық міндеттерді жүзеге асыру үшін олардың тиімділігін анықтай отырып, әртүрлі моделдерге салыстырмалы талдау жүргізілді. Жүргізілген талдау арқылы көз ауруларының диагностикасы үшін тиімділігі ең жоғары әдістер таңдалды. Медицина саласында, атап айтқанда, көз торының ауруларын диагностикалауда таңдалған әдістерді қолдану жаңа көкжиектерді ашады. Терең оқыту моделдерін пайдалану деректерді өңдеу процесін автоматтандыруға ғана емес, диагностиканың дәлдігі мен жылдамдығын айтарлықтай жақсартуға ықпал етеді. Мақала аясында медициналық бейнелерді нақты уақыт режимінде өңдеуге қабілетті алгоритмдерді әзірлеуге ерекше назар аударылды, бұл емдеу процесіне жедел араласу арқылы ауыр зардаптарды, соның ішінде көру қабілетінің жоғалуын алдын алудың маңызды аспектісі болып табылады.

Түйін сөздер: терең оқыту, көз торының аурулары, конволюциялық нейрондық желі, классификация, сегментация

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландыруы бойынша, грант № AP19677451.

©А.А. Муханова¹, С.К. Кожукаева^{1*}, Л.Г. Рзаева², Ж.Е. Доумчариева³,
У.Т. Махажанова¹, 2024

¹Евразийский национальный университет имени Л. Гумилева, Астана, Казахстан;

²Astana IT University, Астана, Казахстан;

³Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан.

E-mail: ayagoz198302@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ И АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕТЧАТКИ ГЛАЗА НА ОСНОВЕ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

А.А. Муханова — PhD, ассоциированный профессор, Евразийский национальный университет имени Л. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail ayagoz198302@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3987-0938>;

С.К. Кожукаева — студент, Евразийский национальный университет имени Л. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail tadilas@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0008-8488-2317>;

Л.Г. Рзаева — PhD, Ассистент Профессор, Astana IT University, Астана, Казахстан

E-mail l.rzayeva@astanait.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-3382-4685>;

Ж.Е. Доумчариева — магистр, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

E-mail zhanagul78@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4085-8409>;

У.Т. Махажанова — PhD, ст. преподаватель, Евразийский национальный университет имени Л. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail makhazhan.ut@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5528-8000>.

Аннотация. Статья посвящена изучению и применению методов глубокого обучения для диагностики заболеваний сетчатки на основе медицинских изображений. Этап медицинского анализа изображений включает использование современных моделей глубокого обучения при заболеваниях глаз, таких как диабетическая ретинопатия, глаукома и катаракта. Изучение медицинских изображений сетчатки включает сложные и тонкие детали, требующие высокой точности и специальных знаний. В ходе исследования был проведен сравнительный анализ различных моделей с определением их эффективности для реализации конкретных диагностических задач. С помощью проведенного анализа были выбраны методы с наибольшей эффективностью для диагностики заболеваний глаз. Применение выбранных методов в области медицины, в частности, в диагностике заболеваний сетчатки, открывает новые горизонты. Использование моделей глубокого обучения способствует не только автоматизации процесса обработки данных, но и значительному улучшению точности и скорости диагностики. В рамках статьи особое внимание было уделено разработке алгоритмов, способных

обрабатывать медицинские изображения в режиме реального времени, что является важным аспектом предотвращения серьезных последствий, включая потерю зрения, путем оперативного вмешательства в процесс лечения.

Ключевые слова: глубокое обучение, болезни сетчатки глаза, конволюционная нейронная сеть, классификация, сегментация

Кіріспе

Жасанды интеллект саласындағы ең перспективалы бағыттардың бірі болып табылатын тереңдетілген оқыту бүгінгі таңда көптеген ғылыми зерттеулер мен практикалық қолдану салаларында шешуші рөл атқарады. Терең оқыту саласының ерекшелігі — деректерді талдау арқылы адам миының жұмысына еліктейтін, өздігінен үйренетін және шешім қабылдай алатын жасанды нейрондық желілерді құру болып табылады.

Терең оқыту әдістері, әсіресе конволюциялық нейрондық желілері (CNN) медициналық бейнелердегі патологияларды дәл диагностикалау мен локализациялаудың тиімді құралы ретінде дәлелденді (Vengalil, 2019). Бұл жұмыс тек көз торының бейнелеріндегі патологиялық өзгерістерді дәл анықтай алатын алгоритмдерді құруға және оқытуға ғана емес, сонымен қатар оларды медицина саласында практикалық қолданысқа енгізуге бағытталған. Медициналық бейнелерге негізделген көз торының ауруларын диагностикалау жүйесін әзірлеу кезінде терең оқыту әдісін таңдау деректерді өңдеудің тиімділігі мен дәлдігін анықтайтын маңызды қадам болып табылады. Көз торының тамырларын сегменттеу тапсырмасы үшін UNet архитектуралары және оның вариациялары, соның ішінде AttentionUNet және SimpleUNet кескіндердегі анатомиялық құрылымдарды дәл алу қабілетіне байланысты таңдалды.

Медициналық бейнелерден көз торы ауруларын жіктеу тапсырмасы үшін MobileNetV3 және EfficientNetB3 архитектуралары таңдалды. Бұл архитектуралар есептеу тиімділігі мен болжау дәлдігін теңестіруге арналған, бұл оларды әсіресе медициналық диагностикалық қолданбалар үшін қолайлы етеді. Жүргізілген жұмыстар мен зерттеулер заманауи медицина мен ғылыми қоғамдастықтың дамуына, сондай-ақ көз торының ауруларымен ауыратын науқастардың өмір сүру сапасын жақсартуға, сонымен қатар медициналық қызметтердің сапасы мен қолжетімділігін арттыру жолындағы маңызды қадамға айналдырады.

Материалдар мен әдістер

Көз торының ауруларын терең оқыту моделдерін пайдалана отырып диагностикалау деректерді өңдеу мен талдаудың жаңа әдістерін ұсынатын сала болып табылады. Мұндай диагностиканың тиімділігі мен дәлдігі пайдаланылатын құралдар мен технологиялардың сапасына тікелей байланысты, бұл деректерді талдау процесін автоматтандыруға ғана емес, сонымен қатар патологияларды анықтауда жоғары дәлдікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

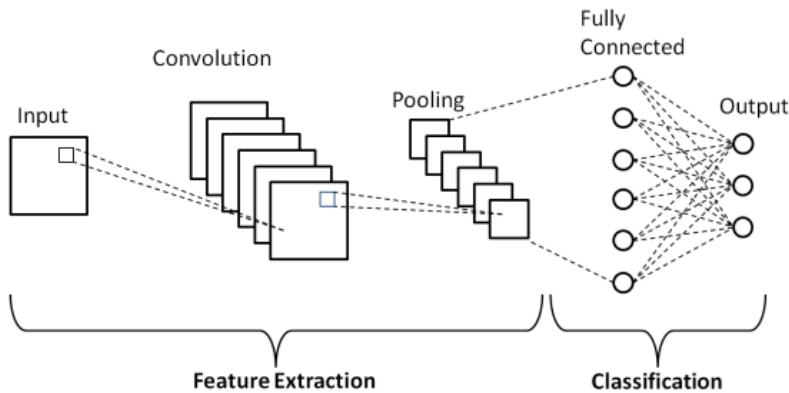
Диагностикалық жүйені әзірлеуге арналған технологиялар мен құралдар жинағын таңдау медициналық кескінді талдау мүмкіндіктерін де, медицина мамандары үшін де, науқастар үшін де жүйені пайдаланудың қарапайымдылығын анықтайтын негізгі қадам болып табылады.

Медициналық бейнелерді өңдеу және талдау – заманауи жасанды интеллект пен машиналық оқыту әдістері негізгі рөл атқаратын сала. Олардың көмегімен дәрігерлер кескінді талдау процесерін автоматтандырып, диагностикалық дәлдікті

арттырып, үкім шығаруға кететін уақытты қысқарта алады.

Конволюционды нейрондық желі (CNN) — кескіндерді өңдеуде және деректерді талдауда кеңінен қолданылатын жасанды нейрондық желі түрі, мұнда деректердің кеңістіктік құрылымы маңызды рөл атқарады. CNN кескіндер сияқты кеңістіктік құрылымы бар желілік деректерді тиімді өңдеуге арналған. Олар бірнеше қабаттардан тұрады, соның ішінде конволюционды қабаттар, біріктіру қабаттары және толық қосылған қабаттар. Әрбір деңгей кіріс деректерінен мүмкіндіктерді шығару үшін конволюция немесе біріктіру сияқты белгілі бір деректерді өңдеу әрекеттерін орындайды (Ronneberger, 2019).

CNN-де кескіндерден маңызды мүмкіндіктерді автоматты түрде алу мүмкіндігі бар, бұл оларды кескінді жіктеу, нысанды анықтау, семантикалық сегменттеу және басқалар сияқты компьютерлік көру тапсырмалары үшін өте тиімді етеді. 1-суретте визуалды деректерді талдау және жіктеу үшін кеңінен қолданылатын типтік конволюционды нейрондық желі (CNN) архитектурасы бейнеленген. Желі екі негізгі бөліктен тұрады: ерекшеліктерді шығару және классификация.

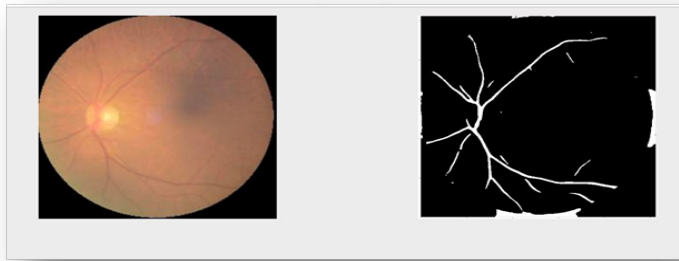


Сурет 1. CNN архитектурасы

Figure 1. Architecture of CNN

Сегменттеу принциптері. Кескінді сегменттеу анатомиялық құрылымдарды, патологиялық өзгерістерді және кейінгі талдау мен диагностика үшін басқа да маңызды аймақтарды дәл көрсету мүмкіндігін қамтамасыз ететін медициналық кескінді өңдеудің негізі болып табылады. Сегменттеудің негізгі принципі суреттегі әрбір пикселді оның сипаттамаларына, мысалы, контраст немесе текстураға қарай, бірдей немесе ұқсас қасиеттерге ие аймақтарды бөлектеу үшін жіктеу болып табылады. Бұл процесс шекті мәнге, кластерлеуге, аймақтың өсуіне, аймақтар арасындағы шекараларға немесе машиналық оқыту мен терең оқытуды қоса алғанда, күрделірек алгоритмдерге негізделуі мүмкін (Lim, 2021).

Сегменттеу мақсаты талдауды жеңілдету үшін кескіннің көрінісін жеңілдету және/немесе өзгерту болып табылады, 2-суретте мысалды көруге болады.



Сурет 2. Кескінді сегментациялау әдісі
Figure 2. Image segmentation method

Нәтижелер және талқылау

Контрастты күшейту. Бұл процесс анатомиялық құрылымдар мен патологиялық өзгерістерді жақсырақ көрсету үшін кескіннің жарықтығы мен контраст деңгейлерін өзгертуге бағытталған. Медициналық бейнелеуде контраст жиі әртүрлі факторларға байланысты шектеледі. Контрастты жақсарту негіздері кескіннің әртүрлі аймақтары арасындағы қарқындылық айырмашылығы ретінде анықталады, мысалын 2-суретте көруге болады.

Математикалық түрде екі аймақтың арасындағы C контрастын A және B олардың орташа қарқындылығымен және түрінде көрсетуге болады, 1-формулада бейнеленген:

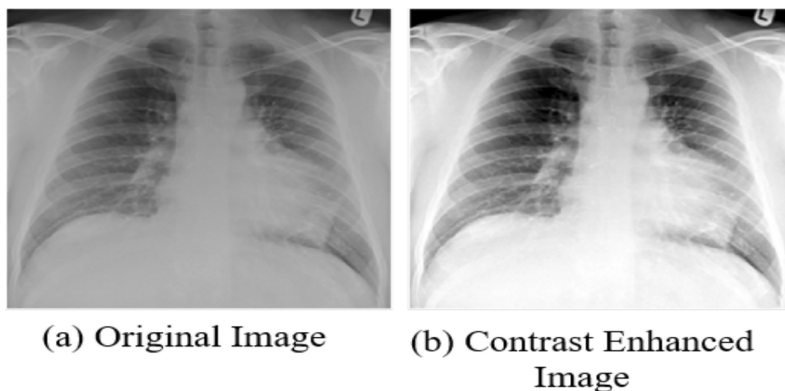
$$C = \frac{|I_A - I_B|}{I_A + I_B} \quad (1)$$

Контрастты жақсартудың мақсаты маңызды мәліметтер үшін C мәнін жоғарылатып, бақылаушыға көбірек көрінетін етіп кескіндегі пиксель қарқындылығының таралуын өзгерту болып табылады. Контрастты күшейту әдістері:

1 Сызықтық контрастты созу. Қарапайым әдістердің бірі - сызықтық контрастты созу, мұнда кескін қарқындылығы барлық қол жетімді қарқындылық ауқымын қамту үшін масштабталады. Бұл үшін кескіннің әрбір пикселіне сызықтық түрлендіруді 2-формула арқылы қол жеткізіледі:

$$I_{new} = a * I_{old} + b \quad (2)$$

мұндағы – бастапқы пиксель қарқындылығы – жаңа қарқындылық және және – кескін қарқындылығы гистограммасын созу үшін таңдалған коэффициенттер.



Сурет 3. Контрасты күшейту әдісі
Figure 3. Contrast enhancement method

2 Гистограмманы теңестіру. Гистограмманы теңестіру кол жетімді диапазон бойынша пиксель қарқындылығын біркелкі тарату арқылы контрасты жақсартады. Бұл әдіс кескіннің алынған гистограммасы біркелкі болатындай етіп пикселдердің қарқындылығын түрлендіруге негізделген.

Трансформация бастапқы кескіннің интенсивтік таралу 3-формуладағы функциясымен анықталады:

$$I_{new} = T(I_{old}) \quad (3)$$

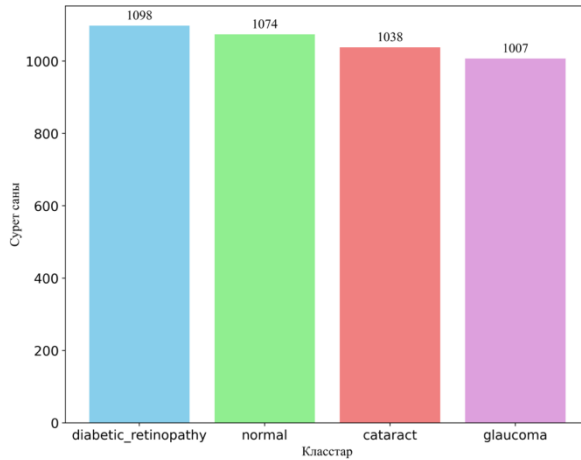
мұндағы T – мақсатты интенсивтілік диапазонына дейін азайтылған бастапқы кескіннің жинақталған қарқындылық таралу функциясы. Бұл әдіс гистограмманы теңестіруді кескіннің кішігірім, қабаттасатын аймақтарына қолдану арқылы өзгертіп, жергілікті контраст мүмкіндіктеріне бейімделуге мүмкіндік береді (Szegedy, 2019).

Классификация. Медициналық бейнелеудегі жіктеу — бұл патологиялар немесе сипаттамалар бойынша әртүрлі санаттарға жіктеу үшін медициналық зерттеулерден алынған кескіндерді автоматты түрде талдау үшін машиналық оқыту әдістерін, соның ішінде терең нейрондық желілерді пайдалану процесі. Бұл процесс деректерді дайындаудан басталады, мұнда кескіндер қосымша ақпаратпен толықтырылады және оқыту, тексеру және сынақ жинақтарына бөлінеді (Lee, 2020). Ақырында, сәтті оқытылған модел дәрігерлер мен зерттеушілерге медициналық деректерді тезірек және дәлірек диагностикалауға және талдауға көмектесетін жаңа медициналық кескіндерді жіктеу үшін пайдаланылуы мүмкін.

Оқыту деректерін жүктеу және өңдеу. 4-суретте жүктелген деректер жиынтығын көре аламыз және бұл әртүрлі патологиялық және қалыпты көз жағдайларын көрсететін төрт негізгі санатқа бөлінген кескіндерді қамтитын деректер көлемі. Бұл деректер 3 ауру түрлері, оның ішінде глаукома, диабетикалық ретинопатия, катаракта және көздің қалыпты кезіндегі суреттер жинақталған.

Әр санат шамамен бірдей суреттермен ұсынылған мәліметтер жиынтығының тепе-теңдігі компьютерлік көру моделін оқыту үшін өте маңызды. Бұл қателіктерді азайтуға және моделдің жалпылау қабілетін арттыруға мүмкіндік береді, бұл

әсіресе жоғары дәлдік пен сенімділікті қажет ететін медициналық қосымшаларда маңызды. Мұндай «dataset» оқыту нақты клиникалық деректермен жұмыс істеуге және сайып келгенде офтальмологиялық аурулардың диагностикасы мен ем алуды жақсартуға қабілетті оқытылған моделді қамтамасыз ете алады.



Сурет 4. Оқыту үшін арналған деректер жиыны
Figure 4. Dataset for training

«Diabetic_retinopathy» санатында 1098 сурет бар және диабеттік ретинопатия жағдайын көрсетеді, бұл қандағы глюкозаның ұзақ уақыт жоғарылауынан туындаған ауру, бұл көздің торлы қабығының зақымдалуына әкеледі.

«Norma» санатына патология белгілері жоқ көздің қалыпты анатомиялық құрылымын көрсететін 1074 сурет кіреді. Бұл деректер моделді сау көздерді тануға үйрету үшін қажет, бұл патологиялық өзгерістерді сенімдірек көрсетуге мүмкіндік береді.

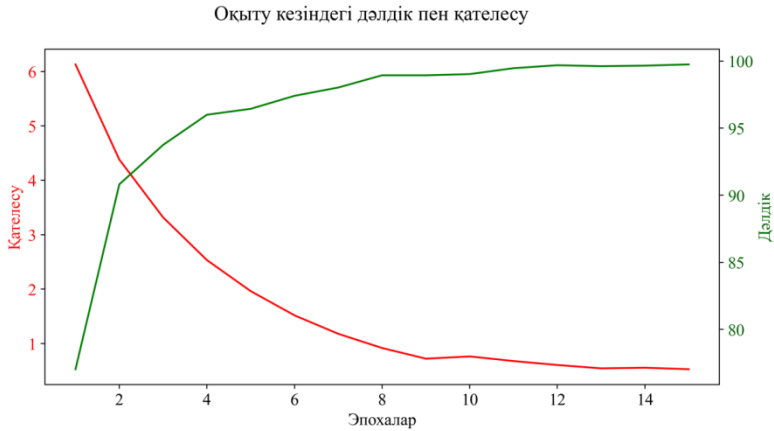
«Cataracta» класы катаракта жағдайын бейнелейтін 1038 суреттен тұрады—бұл линзаның бұлыңғырлығы, бұл бүкіл әлемде көру қабілетінің төмендеуі мен соқырлықтың негізгі себептерінің бірі.

«Glaucoma» класы глаукоманың әртүрлі кезеңдерін бейнелейтін 1007 кескінмен ұсынылған, бұл көру қабілетінің тұрақты жоғалуына әкелуі мүмкін ауыр ауру.

Классификация немесе жіктеу әдістері. Медициналық бейнелерден көз торы ауруларын жіктеу тапсырмасы үшін MobileNetV3 және EfficientNetV3 үлгілері таңдалды. Бұл архитектуралар есептеу тиімділігі мен болжау дәлдігін теңестіруге арналған, әсіресе медициналық диагностикалық қолданбалар үшін қолайлы етеді.

MobileNetV3. MobileNetV3 ресурсы шектеулі мобильді және ендірілген құрылғыларда жұмыс істеуге арналған конволюционды нейрондық желілердің соңғы буыны. Бұл архитектура кескінді жіктеу, нысанды анықтау және сегменттеу сияқты компьютерлік көрудің әртүрлі тапсырмаларында кеңінен қолданылады (Ratanasukon, 2021).

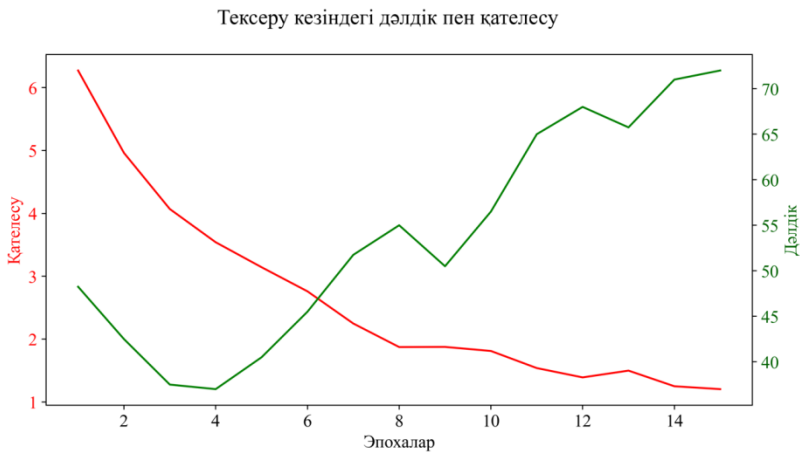
MobileNetV3 моделін оқыту. MobileNetV3 моделінің оқу процесі кезінде 5-суретте жаттығу диаграммасын көруге болады, оның негізінде жаттығу деректер жинағындағы жоғалту функциясының және дәлдіктің өзгеруін бағалауға болады.



Сурет 5. MobileNetV3 оқыту процесі
Figure 5. MobileNetV3 training process

Бастапқыда жоғалту функциясы 6,1291, ал дәлдік 77,03 % болды. Бұл тәжірибенің жеткіліксіздігінен модел әлі жоғары көрсеткіштерге қол жеткізбеген оқытудың бастапқы кезеңін көрсетеді. Дегенмен, эпохалар көбейген сайын нәтижелер де біртіндеп жақсарады. 15-ші эпохада жоғалту функциясы 0,5289-ға дейін төмендеді, ал дәлдік 99,75 % -ға дейін өсті. Бұл өзгерістер моделдің оқу деректері бойынша сәтті дайындалғанын және кескіндерді дәл жіктей алатынын көрсетеді.

MobileNetV3 моделінің валидациясы. 6-суретте валидация процесінің диаграммасы көрсетілген, ол әрбір эпохадағы валидация деректер жиынындағы үлгі болжамдарының нәтижелерін көрсетеді



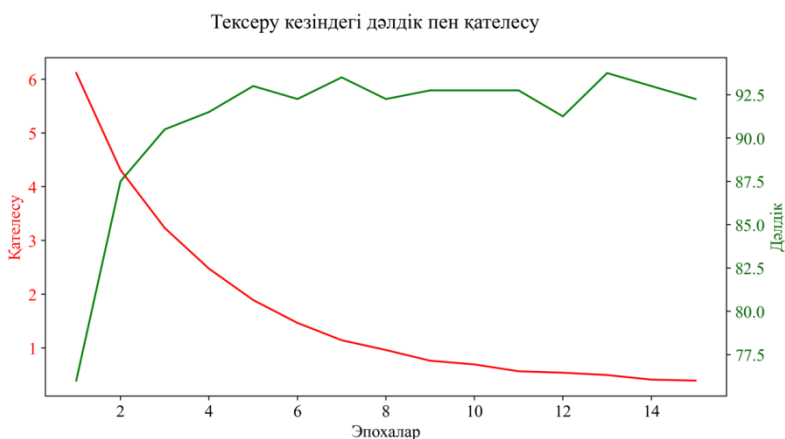
Сурет 6. MobileNetV3 валидация процесі
Figure 6. MobileNetV3 validation process

Бірінші эпохадан бастап модел валидация деректеріндегі дәлдік пен жоғалту функциясының өзгеруін көрсетеді. Дәлдіктің ең елеулі артуы 7–12-эпохалар арасында орын алды, онда дәлдік 51,75 %-дан 65,00 %-ға дейін өсті. Дегенмен, 13-эпохалар өнімділіктің шамалы нашарлауы байқалды, бұл моделдің шамадан тыс орнатылуын көрсетуі мүмкін. Дегенмен, соңғы эпохада валидация деректер

жинағындағы дәлдік өсуді жалғастырып, 15-ші эпохада 72,00 % мәнге жетті. Бұл нәтижелер MobileNetV3 моделінің жалпылау қабілетін растайды.

EfficientNetB3. EfficientNetB3 – «EfficientNet» деп аталатын желіні масштабтау тәсілін пайдаланып жасалған ең соңғы және инновациялық конволюционды нейрондық желілердің бірі. Өзінің негізінде EfficientNetB3 желісін масштабтау, оңтайлы гиперпараметрлерді автоматты іздеу және минималды есептеу ресурстарымен жоғары классификация дәлдігіне қол жеткізетін желіні құру үшін архитектураны оңтайландыру сияқты бірнеше негізгі ұғымдарды біріктіреді.

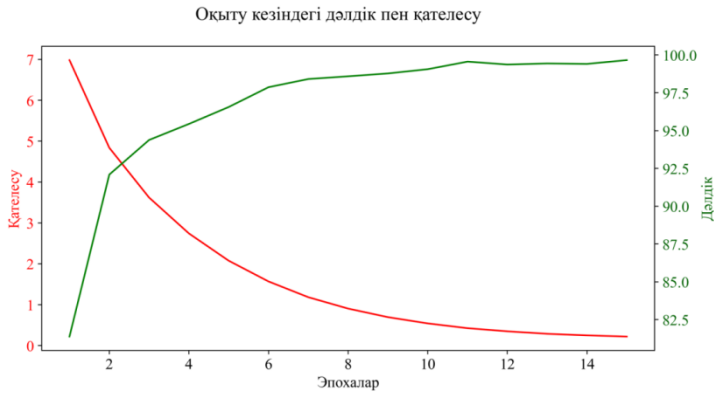
EfficientNetB3 моделін оқыту. EfficientNetB3 моделін инициализациялаудың бастапқы кезеңінде желінің бастапқы параметрлері мен салмақтары анықталады және оңтайландырушылар мен оқыту әдістері таңдалады. Бұл кезең моделді одан әрі оқытуда маңызды рөл атқарады, оның өнімділігі мен жалпылау қабілетіне әсер етеді. 7-сурет EfficientNetB3 үлгісінің оқыту процесін көрсетеді, ол жоғалту функциясының өзгерістерін және әрбір эпохада оқу деректер жинағындағы дәлдікті көрсетеді.



Сурет 7. EfficientNetB3 оқыту процесі
Figure 7. EfficientNetB3 training process

Бастапқыда жоғалту функциясы 6,9820, ал дәлдігі бірінші дәуірде 81,38 % болды. Дегенмен, дәуірлер көбейген сайын нәтижелер де біртіндеп жақсарады. Соңғы, он бесінші дәуірде жоғалту функциясы 0,2201-ге дейін төмендеді, ал дәлдік 99,66 % дейін өсті. Бұл сандық деректер моделдің оқу деректер жинағында сәтті оқытылғанын көрсетеді, бұл кескінді жоғары жіктеу мүмкіндігін көрсетеді.

EfficientNetB3 үлгісін тексеру. 8-суретте EfficientNetB3 моделінің валидация процесін және жоғалту функциясының өзгерістерін, әрбір дәуірдегі валидация деректер жиынындағы дәлдікті көрсетеді. Бірінші дәуірден бастап валидация деректер жинағындағы дәлдік біртіндеп артып, 13-ші дәуірде 93,75 % ең жоғары мәнге жетеді. Бұл сандық деректер модел оқу деректер жинағынан алынған білімді тиімді түрде жалпылайтынын және жаңа деректер бойынша кескіндерді жоғары дәлдікпен жіктеу мүмкіндігін көрсетеді.



Сурет 8. EfficientNetB3 валидация процесі
Figure 8. EfficientNetB3 validation process

Қорытындылай келе, MobileNetV3 және EfficientNetB3 моделдерінің оқу процестерін салыстырмалы талдау олардың өнімділігінде айтарлықтай айырмашылықтар бар деген қорытындыға әкеледі деп айта аламыз. Жаттығудың бірінші кезеңдерінде жоғары дәлдік көрсеткіштерінен және төмен жоғалту функциясынан бастап, EfficientNetB3 моделі MobileNetV3-пен салыстырғанда жіктеу дәлдігінде жақсы нәтижелерге қол жеткізеді. Сондықтан мақсатқа жету үшін біз ең жақсы өнімділікті көрсеткен моделді таңдадық. Бұл таңдау тек жоғары дәлдік көрсеткіштеріне ғана емес, сонымен қатар мобильді және ендірілген құрылғыларда компьютерлік көру мәселелерін шешудегі моделдің жалпы тиімділігіне байланысты.

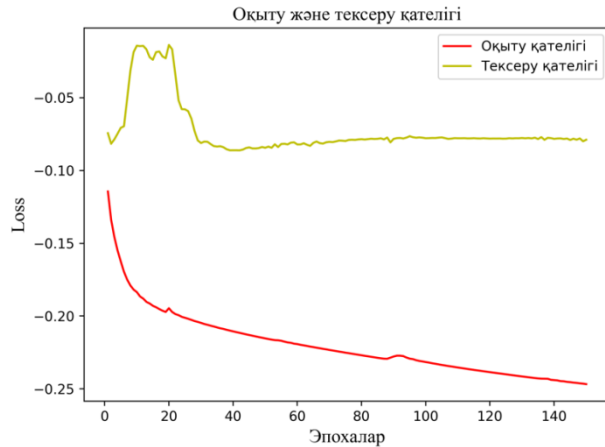
Сегменттеу әдістері. Біз қолданылған жоғары кеңейтілімдегі көз түбі (HRF – High-Resolution Fundus) деректер қоры, көз торы кескіндердегі тамырлы торды сегменттеу үшін арналған деректер жиынтығы болып келеді. HRF деректер жинағы 45 кескінді қамтитын және 15 ішкі жиынға ұйымдастырылған тордың тамыр сегментациясының деректер жинағы болып табылады. Әрбір жиынтықта сау көз түбінің бір суреті, диабеттік ретинопатиясы бар науқастың бір суреті және глаукоманың бір суреті, катарактаның бір суреті бар. Кескін өлшемдері 3304 x 2336, жаттығу/сынақ кескіні 22/23 бөлінді. Қазіргі уақытта деректер қорында әр санаттағы 15 сурет, сондай-ақ әр деректер жиынтығы үшін көру өрісін анықтайтын маскалар (FOV) бар.

Simple UNet. Бастапқы U-Net дизайны шектеулі деректер жиынтығымен жұмыс істеуге және суреттегі қызығушылық тудыратын нысандарды дәл көрсетуге арналған. U-Net-тің негізгі ерекшелігі-оның желінің әртүрлі қабаттарынан қажетті ақпаратты біріктіру қабілеті, бұл оқыту мысалдары жеткіліксіз болса да, сегменттеуде жоғары дәлдікке қол жеткізуге мүмкіндік береді. Simple UNet моделі архитектураның бастапқы қарапайым іске асырылу моделі болып табылады (Cheung, 2020).

Simple UNet моделін оқыту. Бұл тұрғыда көз түбінің суреттерінде торлы тамырларды сегменттеуге арналған моделді оқыту қиын міндет болып табылады, өйткені ол тамырлар құрылымының бөлшектеріне жоғары дәлдік пен сезімталдықты қажет етеді.

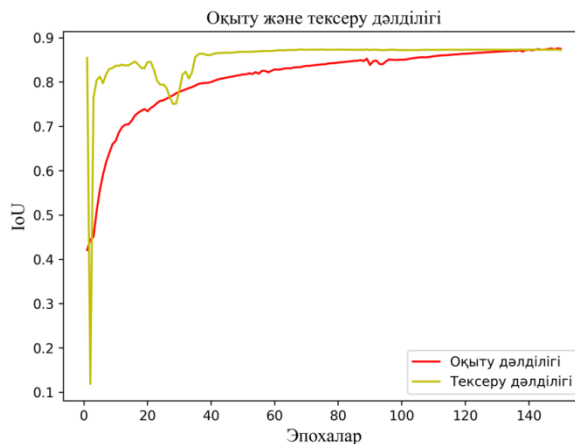
9-суретте моделді оқыту кезінде жоғалту диаграммасы көрсетілген. Гра-

фиктен оқудың басында жоғалту функциясы тез төмендейтінін көруге болады, бұл моделдің өнімділігінің тез жақсарғанын көрсетеді. Бірінші эпохадағы -0.1144 - тен бастап, ал шығындар функциясы 150-ші эпохаға дейін -0.2467 -ге жетеді, бұл оқу процесінде моделдің сегменттеу қабілетінің едәуір тереңдеуін көрсетеді. Валидация қисығы (сары сызық) жоғары жоғалту мәнінен басталады және де төмендейді, бірақ біраз жақсартудан кейін белгілі бір мәннің айналасында ауытқиды, бұл оқу кезінде қайта даярлауды немесе тұрақсыздықты көрсетеді.



Сурет 9. SimpleUNet Loss немесе қателесу диаграммасы
Figure 9. SimpleUNet Loss or error diagram

Жоғалту функциясынан басқа, моделдің дәлдігі (ассигасу) уақыт өте келе жақсарады. 10-суретте моделді оқыту дәлдігінің динамикасы көрсетілген. Бастапқыда дәлдік 0.4213 құрайды, бұл салыстырмалы түрде төмен мән, бірақ эпохалардан өткен сайын дәлдік артып, 150-ші эпохаға қарай 0.8753 -ке жетеді. Бірақ, бастапқыда күрт төмендеген тексеру дәлдігін көріп, медициналық бейнелер үшін тұрақтылықтың маңыздылығын еске ала отырып, моделге байланысты сенімсіздіктер туындайды.



Сурет 10. SimpleUNet Accuracy немесе дәлдік диаграммасы
Figure 10. SimpleUNet Accuracy diagram

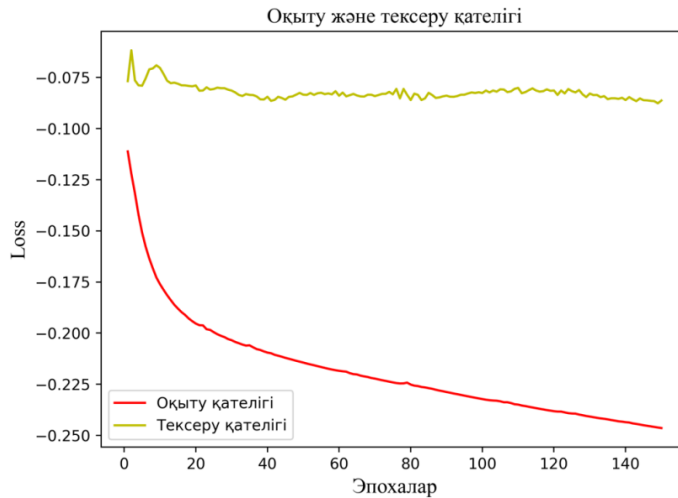
Сегменттеу тапсырмаларының негізгі көрсеткіші болып табылатын қиылысу және біріктіру коэффициенті (IoU) да жақсаруда. IoU басталған кезде коэффициент 0.1144 құрайды, бұл сегменттеудің төмен дәлдігін білдіреді. Алайда, оқытудың соңында ол 0.2467 мәніне жетеді, бұл моделді сегменттеу сапасының айтарлықтай жақсарғанын көрсетеді.

Оқу процесі кездейсоқ мәндермен модел салмақтарының инициализациялаудан, басқаша айтқанда жарияланудан басталады. Содан кейін деректер тамырлы сегментация туралы болжам жасайтын моделдің кірісіне беріледі. Нәтижелер шынайы белгілермен салыстырылады және олардың арасындағы айырмашылыққа сүйене отырып, модел өзінің параметрлерін градиентті түсіру арқылы реттейді. Оқу процесінде қайта даярлауды немесе оқымауды болдырмау үшін оқу жылдамдығы мен регуляризация коэффициенттері сияқты модел параметрлерін мұқият бақылау қажет. Бұл жағдайда оқу процесі 150 эпоха бойы жалғасады, олардың әрқайсысында модел бүкіл деректер жиынтығынан өтеді.

Модел оқытылған сайын оның торлы тамырлы желіні сегменттеу қабілеті жақсарады, бұл жоғалту функциясының төмендеуінен де, болжамдардың дәлдігін арттырудан да көрінеді.

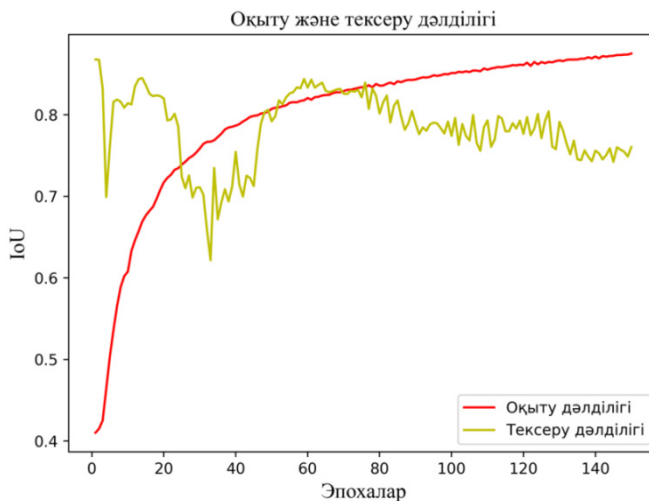
Attention UNet. Attention UNet архитектурасы классикалық UNet-тің айтарлықтай жақсаруын білдіреді, соның ішінде моделге сегменттеу үшін кескіннің тиісті аймақтарына дәлірек назар аударуға мүмкіндік беретін назар аудару механизмдері. Медициналық бейнелеу және торлы тамырларды сегментациялауда Attention UNet маңызды емес фондық аймақтарды басу арқылы торлы қабық құрылымдарын жақсырақ оқшаулауды қамтамасыз ететін жоғары тиімділікті көрсетеді. Attention UNet ісіктердің шекараларын анықтау, тамырлардың өзгеруін бақылау немесе жұқа құрылымдарды ажырату сияқты жоғары локализация дәлдігін қажет ететін тапсырмалар үшін жақсы жұмыс істейді (Roy, 2021).

Attention UNet. Екінші моделді Attention Unet арқылы оқытуды қарастырамыз. 11-суретте оқу кезінде моделдің жоғалуы көрсетілген. Шығын функциясының бастапқы мәні -0.1112, бұл модел болжамдары мен шынайы белгілер арасындағы айтарлықтай сәйкессіздікті көрсетеді. Алайда, жаттығу кезінде біз жоғалту функциясының біртіндеп төмендеуін байқаймыз, 150-ші эпохада -0.2464-ке жеткенің көре аламыз. Бұл модел әр эпохада болжамды және нақты деректер арасындағы айырмашылықты азайта отырып, сегменттеу тапсырмасын жақсырақ орындайтынын көрсетеді.



Сурет 11. AttentionUNet Loss немесе қателесу диаграммасы
Figure 11. AttentionUNet Loss or error diagram

12-суретте көрсетілген моделдің дәлдігі де оң динамиканы көрсетеді. Бастапқы дәлдік 0.4102 мәнінен тұрақты өсуді көреміз, бұл моделдің кескін пикселдерін дұрыс жіктеу қабілетінің артып келе жатқанын көрсетеді. Оқытудың соңында модел 0.8752 дәлдігіне жетеді, бұл оның торлы тамырларды танудағы тиімділігін көрсетеді.



Сурет 12. AttentionUNet Accuracy немесе дәлдік диаграммасы
Figure 12. AttentionUNet Accuracy diagram

IoU коэффициенті сонымен қатар 0.1112-ден бастап 0.2464 белгісімен аяқталатын модел өнімділігінің жақсарғанын растайды. Нәтиже болжанған сегменттелген аймақтардың шынайы аймақтарға ұқсайтынын көрсетеді, бұл медициналық сегменттеу міндеттерінде маңызды. Оқу жиынтығындағы дәлдік қисығы (қызыл сызық) да тез өсіп, SimpleUnet-пен салыстырғанда жоғары деңгейге

жетеді, бұл моделдің жақсы оқуын көрсетуі мүмкін. Валидация жиынтығындағы дәлдік қисығы (сары сызық) оқу жиынтығымен салыстырмалы түрде жоғарылайды және айтарлықтай тербеліссіз тұрақты болып қалады. Жоғалту функциясының тұрақты төмендеуі және барлық эпохалардағы дәлдік пен IoU коэффициенттерінің өсуі моделді сәтті оқытуды және оның практикалық тәжірибеде одан әрі қолдану әлеуетін көрсетеді.

Қорытынды. SimpleUNet және AttentionUNet моделдерінің оқу процестерін салыстырмалы талдау олардың нәтижелеріндегі айырмашылықтардың кейінгі нәтижеге әсер ететіндігін назарға ала отырып, медициналық бейнелер үшін тұрақтылықтың маңызын атап өткен дұрыс. SimpleUNet және AttentionUNet үшін жоғалту (қателесу) мен дәлдік кестелерін салыстыру кезінде AttentionUNet жақсы нәтиже берді. Бұл дәлдік графиктеріндегі тұрақты және жоғары мәндерден, жоғалту графиктеріндегі тегіс және төмен мәндерден көрінеді. Жоғалту (қателесу) кестесінде AttentionUNet оқу процесінде де, валидацияда да жоғалтулардың біркелкі және тұрақты төмендеуін көрсетеді. Бұл модел тек оқу деректеріне жақсы бейімделіп қана қоймай, сонымен қатар бұрын көрмеген деректерде – валидация жиынтығында тиімді түрде жинақталатынын көрсетеді. Керісінше, SimpleUnet жоғалту кестелері тексеру қисығында үлкен ауытқуларды көрсетеді, бұл қайта оқытудың белгісі болуы мүмкін. Берілген графиктерді талдауға сүйене отырып, AttentionUNet тұрақты оқу қабілеті мен жоғары дәлдігінің арқасында таңдаулы модел болып табылады.

Нәтижелер

Терең оқытудың озық әдістері медицина мамандарына ерте диагностика мен емдеуді тиімді жоспарлаудың қуатты құралын ұсынады. Көз торын талдауды автоматтандыру ауруларды анықтауға кететін уақытты айтарлықтай қысқартады және диагностикалық қорытындылардың дәлдігін жақсартады, бұл өз кезегінде емдеу сапасы мен науқастардың әл-ауқатын жақсартуға көмектеседі. Ұсынылған 13-суретте жасанды интеллект әдістерін қолдана отырып, офтальмологиялық кескіндерді талдауға арналған медициналық диагностикалық бағдарламалық жасақтаманың қолданушы интерфейсі көрсетілген, бұл қосымшаға мақала да көрсетілген зерттеулер кірістірілген. Суретте көздің торлы қабығының түрлі-түсті «Көз торының суреті» көрсетіледі, бұл көз түбінің күйін бағалаудың стандартты әдісі. Оң жақта алгоритмдік сегментация нәтижесінде алынған сурет бар, ол торлы қабықтың тамырлы үлгісінің қарама-қарсы ақ-қара көрінісін көрсетеді.



Сурет 13. Симптоматика бөліміндегі көз торының талдау нәтижесі
Figure 13. The result of retinal analysis in the symptomatology department

Сегменттелген кескінді талдай отырып, тамырлардың калибрі, олардың тармақталуы, сондай-ақ белгілі бір патологияларға тән қалыптан тыс өзгерістердің болуы сияқты тамырлардың құрылымдық ерекшеліктерін анықтауға болады. Мысалы, қан тамырларының калибрі мен қысымының өзгеруі диабеттік ретинопатия сияқты жағдайларға байланысты микроциркуляцияның бұзылуын көрсетуі мүмкін.

Суреттердің астында диагностикалық қорытынды бар, бұл жағдайда диагноз қою ықтималдығы 76.8 % болатын «диабеттік ретинопатияны» көрсетеді. Бұл терең оқыту алгоритмдері, соның ішінде классификация үшін EfficientNetB3 және сегменттеу үшін AttentionUNet ұсынылған торлы қабық деректерін талдап, диабеттік ретинопатияға сәйкес келетін оқу мысалдарымен сурет үлгілерінің ұқсастығын тапты. Көз торының ауруларына арналған диагностикалық бағдарламалық жасақтама — бұл офтальмологтардың диагностикалық мүмкіндіктерін едәуір арттыра алатын құрал. EfficientNetb3 және AttentionUNet сияқты терең оқыту моделдерін көздің торлы қабығының суреттерін талдауда қолдану ауруларды классификация мен сегментациялауда жоғары дәлдікті қамтамасыз етеді, аурулардың дамуын ерте анықтау және болдырмау үшін қажетті құрал.

Қорытынды

Бұл жұмыс барысында медициналық бейнелерге сүйене отырып, көз торының ауруларын диагностикалауда терең оқыту саласына мұқият талдау жүргізілді. Медициналық суреттерге негізделген көз торының ауруларын диагностикалау саласындағы зерттеу бірнеше негізгі қадамдарды қамтитын кешенді тәсіл болып табылады. Жіктеуге арналған EfficientNetB3 және сегменттеуге арналған AttentionUNet алгоритмдерін қоса, терең оқыту әдістерінің тиімділігі олардың катаракта, диабеттік ретинопатия және глаукома сияқты әртүрлі патологияларды дәл анықтау, жіктеу және көздің қалыпты жағдайын анықтау қабілетімен расталды.

Бастапқыда, медициналық деректердің ерекшеліктеріне және диагностикалық тапсырманың талаптарына бейімделетін дайын архитектуралары бар терең оқыту моделдерін әзірлеу мен оңтайландыру жүргізілді. Бұл желі

архитектурасын таңдауды және медициналық бейнелерде моделдерді оқытуды қамтиды.

Әрі қарай, терең оқытудың дамыған моделдерін қолдана отырып, медициналық суреттерге талдау жасалды. Бұл кезеңде суреттердегі көз торының патологиялары мен сау аймақтарының ерекшеліктері зерттелді, сонымен қатар дәл диагноз қою үшін қажетті негізгі белгілер анықталды.

Терең оқыту моделдері нәтижелердің жоғары дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз ете отырып, патологияларды автоматты түрде анықтау мен жіктеуде шешуші рөл атқарды. Өзірленген моделдердің тиімділігін бағалау үшін салыстырмалы талдау жүргізілді. Бұл көз торының ауруларын диагностикалаудың әртүрлі тәсілдерінің артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтауға, ең тиімді моделдер мен әдістерді қолдануға мүмкіндік берді.

Жұмыс барысында жасалған зерттеулерді арнайы диагностикалық қосымшаға кірістіру арқылы медициналық тәжірибеге сәтті енгізілді. Өзірленген қосымша дәрігерлерге торлы қабық ауруларын дәлірек және жедел диагностикалауға мүмкіндік береді. Осылайша, терең оқытудың озық технологияларын медициналық тәжірибеге біріктіру емдеу сапасы мен науқастардың өмірін жақсартуға ықпал ете отырып, офтальмологиядағы диагностикалық мүмкіндіктерді жақсартудағы маңызды қадам болып табылады.

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландыруы бойынша, грант № AP19677451

REFERENCES

Cheung C.Y., Ting D.S.W., Tan G.S.W., Wong T.Y. (2020). Diabetic retinopathy: global prevalence, major risk factors, screening practices and public health challenges: a review. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. — 47(4). — 536–547. — DOI: 10.1111/ceo.13703.

High-Resolution Fundus (HRF) Image Database // [Электрондық қор] // —URL: <https://www5.cs.fau.de/research/data/fundus-images/index.html>.

Lim G., Park J. & Kim S.W. (2021). Deep Learning-Based Method for Detecting Diabetic Retinopathy. — *Electronics*, — 10(17). — 2137. — DOI: 10.3390/electronics10172137.

Lee A.Y., Lee C.S., Butt T. & Tufail A. (2020). Use of Deep Learning for Detailed Severity Characterization and Estimation of 5-Year Risk among Patients with Diabetic Retinopathy. *JAMA Ophthalmology*. — 138(5). — 471–478. — DOI: 10.1001/jamaophthalmol.2020.0174.

Vengalil, Sunil Kumar, Neelam Sinha, Srinivas Kruthiventi, and R. Babu (2019). «Customizing CNNs for blood vessel segmentation from fundus images.» In *Proceedings of the International Conference on Signal Processing and Communications (SPCOM)*. — Pp. 1–4, 2019. — DOI: 10.1109/SPCOM.2019.7746702.

Ratanasukon, M., Chotcomwongse, P., & Pratheepwatanawong, S. (2021). Retinal Vessel Segmentation in Diabetic Retinopathy Screening with CNN-Based Approaches: A Review. *Diagnostics*. — 11(6). — 1013. — DOI: 10.3390/diagnostics11061013.

Ronneberger O., Fischer P., Brox T. (2019). U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention. — Springer (2019). — Pp. 234–241.

Roy A., Menegaz G. & Juarez B. (2021). Evaluation of Machine Learning and Deep Learning Models for the Detection of Diabetic Retinopathy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. — 18(15). — 7862. — DOI: 10.3390/ijerph18157862.

Szegedy, Christian, Vincent Vanhoucke, Sergey Ioffe, Jonathon Shlens, and Zbigniew Wojna (2019). «Rethinking the inception architecture for computer vision.» In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. — Pp. 2818–2826. — 2019.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 235–245
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.279>

УДК 004.942
МПНТИ 20.51.17

© **A. Omurtayeva¹, U. Makhazhanova^{1*}, M. Kantureyeva¹, G. Uskenbayeva¹,
T.N. Esikova², 2024**

¹Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan;

²Novosibirsk State University and Institute of Economics and Organization of Industrial
Production SB RAS. Novosibirsk, Russia.

E-mail: makhazhan.ut@gmail.com

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF AGRICULTURAL ENTERPRISES BASED ON THE PRESENTATION OF KNOWLEDGE

Aigerim Omurtayeva — Doctoral student of the Department of Information Systems of the Eurasian national university named after L.N. Gumilyov, st. Satpayeva, 2, 010000, Astana, Kazakhstan
E-mail: aigusik@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-0640-9544>;

Makhazhanova Ulzhan — PhD, Department of Information technology, Faculty of information technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
E-mail: makhazhan.ut@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5528-8000>;

Kantureyeva Mansiya — PhD, the Department of Information Systems of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, st. Satpayeva, 2, 010000, Astana, Kazakhstan
E-mail: ma_khantore@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5904-820X>;

Uskenbayeva G. — PhD, associate professor, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
E-mail: uskenbayeva_ga_1@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6904-8000>;

Esikova Tatyana — Leading researcher at the Institute of Economics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Candidate of Economic Sciences. Novosibirsk State University and Institute of Economics and Organization of Industrial Production SB RAS. Novosibirsk, Russia
Email: t.n.yesikova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-3565-4248>.

Abstract. This article examines the important task of determining the investment attractiveness of small enterprises in agriculture. In the process of assessing investment attractiveness, it is necessary to take into account not only the level of development and specifics of the enterprise, but also various uncertainty factors that may affect the financial result. To solve this problem, a method based on the use of fuzzy set theory is proposed. Within the framework of this method, indicators specific to the industry and region are analyzed, as well as financial and economic indicators characteristic of agriculture. The rules on the basis of which decisions are made, are formulated in the form of logical formulas that include various parameters such as the volume of investment, the investment period and the level of risk. In general, an index of investment attractiveness is predicted, which can take values from 0 to 1 and has a clear interpretation. The proposed scientific approach can be used as a basis for developing support systems for expert decision-making when assessing the investment attractiveness of small enterprises in agriculture.

Keywords: investment attractiveness index, unification of indicators, fuzzy logic, linguistic variable, logical rules, decision making

© Ә.Ж. Омуртаева¹, У.Т. Махажанова^{1*}, М.А. Кантуреева¹,
Г. Ускенбаева¹, Т.Н. Есикова², 2024

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

²Новосибирск мемлекеттік университеті және СО РАН экономика және өнеркәсіптік өндірісті ұйымдастыру институты, Новосибирск, Ресей.

E-mail: makhazhan.ut@gmail.com

БІЛІМ БЕРУ НЕГІЗІНДЕ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ ТАРТЫМДЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Омуртаева Әйгерім Жаркынбайқызы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының докторанты, Астана, Қазақстан
E-mail: aigusik@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-0640-9544>;

Махажанова Улжан Танирбергеновна — PhD, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасы, Астана, Қазақстан
E-mail: makhazhan.ut@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5528-8000>;

Кантуреева Мансия Арынбековна — PhD докторы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасы, Астана, Қазақстан
E-mail: ma_khantore@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5904-820X>;

Ускенбаева Г. — PhD, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің доценті, Астана, Қазақстан
E-mail: uskenbayeva_ga_1@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6904-8000>;

Есикова Татьяна Николаевна — Ресей ғылым академиясының Сібір бөлімшесінің Экономика және экономика институтының жетекші ғылыми қызметкері, экономика ғылымдарының кандидаты. Новосибирск мемлекеттік университеті және экономика және СО РАН өнеркәсіптік өндірісті ұйымдастыру институты, Новосибирск, Ресей
E-mail: t.n.yesikova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-3565-4248>.

Аннотация. Бұл мақалада ауыл шаруашылығындағы шағын кәсіпорындардың инвестициялық тартымдылығын анықтаудың маңызды міндеті қарастырылған. Инвестициялық тартымдылықты бағалау процесінде кәсіпорынның даму деңгейі мен ерекшелігін ғана емес, сонымен қатар қаржылық нәтижеге әсер етуі мүмкін әртүрлі белгісіздік факторларын да ескеру қажет. Бұл мәселені шешу үшін бұлдыр жиындар теориясын қолдану негізінде әдіс ұсынылады. Бұл әдіс аясында сала мен аймақ ерекшеліктерінің көрсеткіштері, сондай-ақ ауыл шаруашылығына тән қаржылық-экономикалық көрсеткіштер талданады. Шешімдер, қабылданатын ережелер инвестиция көлемі, инвестициялау мерзімі және тәуекел деңгейі сияқты әртүрлі параметрлерді қамтитын логикалық формулалар түрінде тұжырымдалады. Жалпы алғанда, 0-ден 1-ге дейінгі мәндерді қабылдай алатын және түсінікті түсіндірмесі бар инвестициялық тартымдылық индексі болжанады. Ұсынылған ғылыми тәсіл ауыл шаруашылығындағы шағын бизнестің инвестициялық тартымдылығын бағалау кезінде сараптамалық шешімдерді қолдау жүйелерін әзірлеу үшін негіз ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: инвестициялық тартымдылық индексі, көрсеткіштер унификациясы, бұлдыр логика, лингвистикалық айналымы, логикалық ережелер, шешім қабылдау

© Ә.Ж. Омуртаева¹, У.Т. Махажанова^{1*}, М.А. Кантуреева¹, Г. Ускенбаева¹,
Т.Н. Есикова², 2024

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

² Новосибирский государственный университет и Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск, Россия.

E-mail: makhazhan.ut@gmail.com

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

Омуртаева Әйгерім Жаркынбайқызы — докторант кафедры информационных систем Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: aigusik@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-0640-9544>;

Махажанова Улжан Танирбергеновна — доктор PhD, кафедра информационных систем Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: makhazhan.ut@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5528-8000>;

Кантуреева Мансия Арынбековна — доктор PhD, кафедра информационных систем Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: ma_khantore@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5904-820X>;

Ускенбаева Г. — PhD, доцент Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: uskenbayeva_ga_1@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6904-8000>;

Есикова Татьяна Николаевна — ведущий научный сотрудник ИЭОПП СО РАН, кандидат экономических наук. Новосибирский государственный университет и Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, Новосибирск, Россия

E-mail: t.n.yesikova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-3565-4248>.

Аннотация. Данная статья рассматривает важную задачу определения инвестиционной привлекательности малых предприятий в сельском хозяйстве. В процессе оценки инвестиционной привлекательности необходимо учесть не только уровень развития и специфику предприятия, но и различные факторы неопределенности, которые могут повлиять на финансовый результат. Для решения этой задачи предложен метод, основанный на использовании теории нечетких множеств. В рамках этого метода анализируются показатели специфики отрасли и региона, а также финансово-экономические показатели, характерные для сельского хозяйства. Правила, на основе которых принимаются решения, формулируются в виде логических формул, включающих различные параметры, такие как объем инвестиции, срок инвестирования и уровень риска. В общем виде предсказывается индекс инвестиционной привлекательности, который может принимать значения от 0 до 1 и имеет понятную интерпретацию. Предлагаемый научный подход может быть использован в качестве основы для разработки систем поддержки принятия экспертных решений при оценке инвестиционной привлекательности малых предприятий в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: индекс инвестиционной привлекательности, унификация показателей, нечеткая логика, лингвистическая переменная, логические правила, принятие решений

Кіріспе

Нарық жағдайында, микроэкономикалық деңгейде, қаржылық тұрақтылық пен көбею процестерінің тиімділігіне негізделген шаруашылық жүргізуші субъектілерді инвестициялық бағалау маңызды міндетке айналады. Ауыл шаруашылығындағы шағын кәсіпорындардың инвестициялық тартымдылығының

қазіргі тұжырымдамасы қаржы ағындарын, дебиторлық берешек пен меншікті ескере отырып, ресурстық әлеуетті барынша пайдалануды білдіреді. Осы мақсатқа жету үшін ауыл шаруашылығында шағын бизнесті дамытуға ықпал ететін талдаудың жаңа әдістері қолданылады.

Қазіргі уақытта шағын кәсіпорындардың ауыл шаруашылығындағы өндірістік қызметінің тиімділігін анықтайтын, қаржылық есептілік негізінде есептелген және инвестициялық талдау мен болжау процесінде қолданылатын көрсеткіштер әзірленді. Болашақ ақша ағындарын анықтау әдістемесін әзірлеу және инвесторларға шаруашылық жүргізуші субъектінің инвестициялық тартымдылығы туралы объективті және қолжетімді ақпарат беру мақсатында, бухгалтерлік инжиниринг құралдарын пайдалану кәсіпорынның мүліктік кешеніне қаражат инвестициялау туралы шешімдердің бағдары бола алатын құнды анықтауға мүмкіндік береді.

Шағын кәсіпорындардың инвестициялық тартымдылығын зерттеу саласында шешілмеген мәселелердің болуы, зерттеу тақырыбының өзектілігін алдын ала анықтайтын, кәсіпорын құнын бағалаудың тұжырымдамалық есепке алу тәсілдері шеңберінде, шағын ауыл шаруашылығы кәсіпорнының инвестициялық тартымдылығын бағалауды аналитикалық қамтамасыз етудің теориялық және әдістемелік ережелерін жүйелі түрде жалпылау және дамыту қажеттілігін тудырды.

Бұл мақалада шағын ауыл шаруашылығы кәсіпорнының инвестициялық тартымдылығын бағалау ерекшеліктері қарастырылады. Инвестициялық тартымдылықты бағалау әдістемесі кеңейтіліп, толықтырылуы керек. Қарапайым қаржылық талдау, шешім қабылдайтын инвесторлардың талаптарына жауап бермейді. Осыған сәйкес кәсіпорынның инвестициялық тартымдылығын анықтаудың және инвестициялық шешімді қалыптастырудың жаңа әдістері мен тәсілдері әзірленуде. Атап айтқанда, қаржылық талдаудан басқа, инвестициялық тартымдылық факторларын сапалық және сандық бағалауды қамтитын және болашақта туынды балансты құра отырып, ақша ағындарын анықтау мақсатында бизнесті бағалаудың бірнеше тәсілдерін қолданатын бухгалтерлік есеп пен талдау әдістерін әзірлеу көзделеді.

Ауыл шаруашылығының инвестициялық тартымдылығын анықтаудағы негізгі міндеттердің бірі осы саладағы табыстылық пен орнықты даму үшін әлеуетті бағалау болып табылады. Әдебиеттерде мұндай бағалауды жүргізудің әртүрлі тәсілдері мен әдістері қарастырылған. Экономист-ғалымдардың жұмыстары шаруашылық жүргізуші субъектілердің инвестициялық тартымдылығын анықтаудың теориялық және практикалық аспектілерін зерттеуге арналған (Клэпп, Дженнифер, 2017). Кейбір зерттеулер инвестициялық тартымдылықты бағалау үшін кірістілік, кірістілік және активтер айналымы сияқты қаржылық-экономикалық көрсеткіштерді пайдалануды ұсынады. Басқа зерттеулер тәуекелдер, саяси тұрақтылық, нарықтар мен ресурстардың қол жетімділігі, ұлттық және халықаралық нарықтардың бәсекеге қабілеттілігі сияқты факторларды ескеруді ұсынады (Димут және т.б., 2022). Кейбір зерттеулер ауыл шаруашылығындағы инвестициялық тартымдылықты анықтау үшін сарапшылардың әдістері мен пікірлерін пайдалануды ұсынады. Мысалы, аналитикалық желі әдісі инвестициялау туралы шешім қабылдауда әртүрлі факторлардың қалауы мен өзара әрекеттесуін ескеруге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, бұлдыр жиынтықтар теориясына және сараптамалық шешімдер

кабылдау үшін логикалық формулаларды қолдануға негізделген әдістер бар.

Шетелдік ғалымдардың зерттелетін мәселелерді шешуге қосқан үлесін бағалай отырып және алынған нәтижелердің заңдылығын жоққа шығармай, кәсіпорынның инвестициялық тартымдылығын есепке алу мен талдаудың жекелеген аспектілері аймақтық және салалық ерекшеліктерді, шаруашылық жүргізуші субъектілер экономикасының ішкі және сыртқы факторларының әсерін ескере отырып жетілдіруді талап ететіндігін атап өткен жөн.

Бұлдыр логиканың математикалық аппаратын қолдана отырып, инвестициялық тартымдылықты бағалау әдісі ұсынылды, бұл шағын ауылшаруашылық кәсіпорының сипаттамалары туралы шамамен сапалы ақпаратты ескеруге мүмкіндік береді. Бұлдыр жиынтықтар теориясы мен бұлдыр логика лингвистикалық модельдер негізінде сапалы және жуықталған ұғымдарды ресімдеудің және білімді «Егер ..., онда ...» өндірістік ережелері түрінде ұсынудың тиімді құралы болып табылады. Бұл жағдайда білімдегі қорытынды анық емес логикалық қорытынды негізінде жүзеге асырылады (Абрамов және т.б., 2019).

Әдістер

Қазіргі уақытта, біздің ойымызша, шағын кәсіпорынның инвестициялық тартымдылығын бағалау кешенді тәсіл болып табылады.

Бұрын атап өткеніміздей, инвестициялық тартымдылықты бағалау әдістемелерінің көпшілігі қаржылық жағдайды талдауға негізделген, сондықтан ауылшаруашылық өндірісін сипаттайтын көрсеткіштердің негізгі топтарын қарастыру қажет. Қаржылық жағдайды талдау ағымдағы жағдайды бағалаудың тиімді әдістерінің бірі болып табылады, ол экономикалық жағдайдың жедел жағдайын көрсетеді және қолда бар ресурстарды басқарудың ең күрделі мәселелерін бөліп көрсетуге мүмкіндік береді және осылайша ұйымның мақсаттары мен ресурстарын қалыптасқан нарықтың қажеттіліктері мен мүмкіндіктеріне сәйкестендіру бойынша күш-жігерді азайтады. Кәсіпорынның қызметін талдау үшін қолданылатын қаржылық көрсеткіштердің жалпы саны өте көп. Егер сіз, бұрын-соңды пайдаланылған барлық қаржылық көрсеткіштерді тізімдеуді мақсат етсеңіз, онда олардың жүзден астамын санауға болады. Зерттеуде ауыл шаруашылығы мақсатындағы кәсіпорындар қызметінің өндірістік және қаржылық ерекшеліктерін барынша толық көрсететін негізгі коэффициенттер мен көрсеткіштер ғана пайдаланылатын болады (Пивкин және т.б., 1997).

Кәсіпорындардың инвестициялық тартымдылығын бағалау процесінде сапалық параметрлерге ерекше назар аудару қажет. Ауыл шаруашылығының инвестициялық тартымдылығын анықтаудағы маңызды аспект осы саланың ерекшелігін талдау болып табылады. Мысалы, ауыл шаруашылығы маусымдық факторларға, ауылшаруашылық өнімдерінің бағасының өзгеруіне, сондай-ақ әртүрлі аймақтық ерекшеліктерге байланысты болуы мүмкін. Саланың даму бағытын талдау кәсіпорынның табысына немесе пайдасына, оның активтерінің сапасына және, ең бастысы, борыштық міндеттемелерді орындау қабілетіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін сыртқы факторлардың өзгеру тәуекелдерін болжауға мүмкіндік береді. Бұл тәуекелдер экономиканың барлық салаларында бар және бірде-бір компания олардан аулақ бола алмайды (Мустафақұлов, Шерзод, 2017).

Шағын кәсіпорынның капиталының құрылымы мен мүліктік жағдайын сипаттайтын жалпы қабылданған көрсеткіштермен қатар мыналар маңызды болып

табылады: ұйымдық-басқару базасын, бухгалтерлік есеп пен ішкі бақылау жүйесін және оның тиімділігін, ұйымның және оның басшыларының беделін сипаттайтын көрсеткіштер, басқарудың жүргізіліп жатқан саясатының нақты бейнесі, оның құзыреттілігі, тұтастығы, ұйымдық құрылымының шағын кәсіпорынның өндірістік, қаржылық, әлеуметтік сипаттамаларына сәйкестігі туралы (Абрамов және т.б., 2019).

Инвестициялық тартымдылықты бағалау көрсеткіштерінің унификациясы:

Ауыл шаруашылығының инвестициялық тартымдылығын бағалау үшін қаржы-шаруашылық қызметтің тиімділігі мен орындылығын анықтауға мүмкіндік беретін келесі қаржылық коэффициенттерді пайдалануға болады:

Активтердің рентабельділігі (ROA) (R1) — ауылшаруашылық кәсіпорының активтері қандай пайда әкелетінін көрсетеді. Рентабельділік коэффициенті ұйымның қызмет саласына тікелей байланысты. Сонымен, ауыр өнеркәсіпте бұл көрсеткіш қызмет көрсету саласына қарағанда төмен болады, өйткені соңғысының кәсіпорындары айналым қаражаттарына аз инвестицияларды қажет етеді. Жалпы алғанда, активтердің рентабельділігі активтерді басқарудың тиімділігі мен кірістілігін көрсетеді, сондықтан ол неғұрлым жоғары болса, соғұрлым жақсы болады. РТ- Profit before tax, В- Total assets (Balance) (РТ-салық салуға дейінгі пайда, В-активтердің жалпы сомасы (Баланс)). Ұсынылатын мән $\geq \alpha$.

Формула:

$$R_1 = \frac{PT}{B} * 100$$

Тиістілік функциясы:

$$\mu_1(x) = \begin{cases} R_1/\alpha, & \text{if } R_1 < \alpha, \\ 1, & \text{if } R_1 \geq \alpha. \end{cases}$$

Меншікті капиталдың рентабельділігі (R2)- меншікті капиталды пайдалану тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді. NP- Net profit, E-Equity (NP - таза пайда, E-меншікті капитал). Ұсынылатын мән $\geq 50\%$.

Формула:

$$R_2 = \frac{NP}{E} * 100$$

Тиістілік функциясы:

$$\mu_2(x) = \begin{cases} R_2/50\%, & \text{if } R_2 < 50\%, \\ 1, & \text{if } R_2 \geq 50\%. \end{cases}$$

Активтердің айналымы (R3) - активтердің кіріске қаншалықты тез айналатынын көрсетеді. R-Revenue, В- Total Assets. (Balance). Ұсынылатын мән ≥ 12 . көрсетеді. R-Revenue, В- Total Assets. (Balance). Ұсынылатын мән ≥ 12 .

Формула:

$$R_3 = \frac{R}{B}$$

Тиістілік функциясы:

$$\mu_3(x) = \begin{cases} R_3/12, & \text{if } R_3 < 12, \\ 1, & \text{if } R_3 \geq 12. \end{cases}$$

Ағымдағы коэффициент (R4) - компанияның ағымдағы міндеттемелерді төлеу қабілетін көрсетеді. CA- Current assets, CL- Current liabilities. Ұсынылатын мән ≥ 2 .

Тиістілік функциясы:

$$\mu_4(x) = \begin{cases} R_4/2, & \text{if } R_4 < 2, \\ 1, & \text{if } R_4 \geq 2. \end{cases}$$

Негізгі ауыл шаруашылығы өнімін өткізуден түскен түсімнің үлесі (R5) - негізгі қызметтен алынған пайданың үлесін бағалауға мүмкіндік береді. RmP- Revenue from main products, TR- Total revenue. Ұсынылатын мән

Формула:

$$\mu_5(x) = \begin{cases} R_5/\delta, & \text{if } R_5 < \delta, \\ 1, & \text{if } R_5 \geq \delta. \end{cases}$$

Бұл коэффициенттер бізге қаржылық тұрақтылықты, активтерді пайдалану тиімділігін және ауылшаруашылық кәсіпорнының кірістілігін (пайдасын) бағалауға көмектеседі.

Нарықты және шығарылатын өнімді сипаттайтын көрсеткіштер:

Саланың даму динамикасы (R6) - ауыл шаруашылығы саласының дамуына байланысты өзгерістер мен үрдістерді бағалайды. Бұған ауылшаруашылық өнімдеріне сұраныстың артуы, жаңа технологиялар, тұтынушылардың қалауының өзгеруі және заңнама сияқты факторлар кіреді.

Саланы дамыту перспективалары (R7) - болжамды өсу мен саланы дамыту әлеуетін бағалайды. Бұған ресурстардың қолжетімділігі, бәсекелестік деңгейі, инновациялық мүмкіндіктер және мемлекет тарапынан қолдау сияқты факторлар кіреді.

Саланың өніміне (жұмысына, қызметтеріне) нарықтық қажеттілік (R8) - ауылшаруашылық кәсіпорны ұсынатын өнімдерге немесе қызметтерге сұраныс пен нарықтық қажеттілікті бағалайды. Бұған нарықтық трендтерді талдау, бәсекелестік, нарықтың қанықтылық деңгейі және әлеуетті клиенттік база кіреді.

Бұл сапалық көрсеткіштер саланың даму перспективаларын бағалауға, сондай-ақ ауыл шаруашылығы кәсіпорнының өніміне нарықтың әлеуетті қажеттілігін анықтауға көмектеседі.

Ұйымдастырушылық-басқарушылық базаны сипаттайтын көрсеткіштер, әр көрсеткішті толығырақ қарастырайық:

Кадрлық құрамның кәсіби деңгейін бағалау (R9) - бұл көрсеткіш кәсіпорын қызметкерлерінің сапасы мен тәжірибесін көрсетеді. Кадрлардың жоғары кәсіби деңгейі бизнесті табысты жүргізу және инвестициялар тарту ықтималдығын арттырады.

Кәсіпорынның нарықта болу мерзімінің жеткіліктілігі (R10) - нарықта болу ұзақтығы кәсіпорынның тұрақтылығы мен табыстылығын көрсетеді. Клиенттермен және серіктестермен тұрақты ұстанымы мен ұзақ мерзімді қарым-қатынасы бар ұйым, инвесторлар үшін тартымды болып саналуы мүмкін.

Кәсіпорынның экономикалық саясаты (R11) - қаржылық қызметті дұрыс жүргізу, бюджетті барабар (адекватты) жоспарлау және ресурстарды тиімді бөлу мүмкіндігі инвестициялық тартымдылыққа әсер етеді. Инвесторлар, ақшаны

сауатты басқаратын кәсіпорындарға қызығушылық танытады.

Кәсіпорынның техникалық саясаты (R12)- заманауи технологиялардың болуы, жабдықты жаңарту және инновацияларды қолдау, кәсіпорынның инвесторлар үшін тартымдылығына әсер етеді. Техникалық саясат өндірістік процестерді дамытуға және жақсартуға бағытталуы керек.

Кәсіпорынның кадрлық саясаты (R13)- мұнда талантты қызметкерлерді жалдау және ұстау саясаты, қызметкерлерді оқыту және дамыту, мотивациялық бағдарламалар құру сияқты факторлар маңызды. Өз қызметкерлеріне назар аударатын және жоғары корпоративтік мәдениетті қалыптастыратын Компания көбірек инвесторларды тарта алады.

Қарыз алушының несиелік тарихы (R14)- тұрақты несие тарихы, қарыздарды уақтылы өтеу және қаржылық міндеттемелерді орындау инвестициялық тартымдылығын жақсартады. Қарыздың жоқтығын және қаржылық тәуекелдер дәрежесінің төмендігін әлеуетті инвесторлар оң қабылдайды.

Бұл көрсеткіштер шағын бизнестің инвестициялық тартымдылығына әсер ететін кейбір аспектілер ғана екенін атап өткен жөн. Бұл параметрлерді әдетте сарапшы бағалайды. Екінші нұсқа - бұл параметрлер немесе олардың кейбіреулері мүлдем есепке алынбағанда.

Нәтижелер

Бұл бөлімде ұқсас көрсеткіштердің [0,1] аралықта қалай көрсетілетіні, яғни көрсеткіштердің қалай біртұтас жүргізілетіні егжей-тегжейлі сипатталған. Әрбір параметрмен (көрсеткішпен) «индикатордың инвестициялық тартымдылық дәрежесі» бір лингвистикалық айнымалы байланысқан жағдайда қарастырылады.

Бастапқы көрсеткіштер [0,1] аралықта көрсетіледі. Яғни, параметрлер жиынтығы лингвистикалық айнымалылар жиынтығы түрінде ұсынылады. Жалпы жағдайда, кез-келген параметр нақты сандардың белгілі бір аралығындағы мәндерді қабылдайды деп есептейміз. Ең қарапайым жағдай, әр параметрге бір лингвистикалық салыстырылады, оны «индикатордың инвестициялық тартымдылық дәрежесі» деп атауға болады. Нақты түрде берілген параметр қабылдай алатын нақты сандар аралығын [0,1] сегментіне көрсету керек. Бұл процесс көрсеткіштерді біріздендіру процесі деп аталады (Тусупов, 2016).

Төменде берілген функциялары бар «тартымдылық дәрежесі» композициясын ала отырып, біз сәйкесінше жаңа лингвистикалық айнымалыларды аламыз: «төмен» (L); «орташа» (M); «жоғары» (H). Лингвистикалық айнымалылардың бұл түрі техникалық жүйелерде жиі қолданылатынын ескеріңіз. Градациялардың одан да көп саны жиі қарастырылады: орташадан төмен, орташадан жоғары, нөлге жақын және т.б. әр лингвистикалық айнымалымен өзіндік тиістілік функциясы байланысты. Жұмыста тиістілік функцияларын орнатудың мүмкін әдістерінің бірі ұсынылған. Сайып келгенде, тиістілік функцияларының түрін таңдау, баламалардың өздері де, бағаланатын критерийлер де сараптамалық артықшылықтарға сүйеніп отырып анықталады.

Сарапшының бағалаудағы белгісіздігі бағаланатын параметр мәнінің оңтайлы мәннен ауытқуының жоғарылауымен жоғарылайтыны анық. Оның үстіне, көп жағдайда бұл белгісіздік сызықтық түрде өспейді. Дегенмен, сызықты емес мүшелік функцияларды қолдану математикалық есептеулер мен графикалық конструкцияларды айтарлықтай қиындатады. Осы себептерге байланысты бұл

жұмыста бастапқы мүшелік функциялар ретінде үшбұрышты және трапеция тәрізді мүшелік функциялар пайдаланылады, бұл ең алдымен кейінгі есептеулер мен графикалық конструкциялардың қарапайымдылығына байланысты. Тиістілік функцияларды бөліктік сызықтық деп айта аламыз.

Белгілі бір баламаға бағаланатын критерийлердің таңдалған жиынтығының сәйкестік дәрежесін анықтау кейіннен ең қолайлы инвестициялық схеманы таңдауда шешуші фактор болып табылады.

Жоғарыда айтылғандай, көрсеткіштер ерікті мәндерді қабылдайды. Дәлірек айтқанда, әр көрсеткіш өзіне тән белгілі бір аралықта өзгереді. Әрі қарай, көрсеткіштер біріздендірілді деп есептейміз, яғни тиісті аралықтар $[0,1]$ сегментінде көрсетілген.

Әрбір i -ші көрсеткішті бір «әмбебап» предикат немесе үш бір орындық предикатымен байланыстыруға болады, олар төмендегі функциялары бар композиция арқылы табиғи түрде пайда болады.

Қарапайымдылық үшін әдетте формальды түрде анықталған предикаттар енгізіледі (Махажанова және т.б.. 2022):

$$P_{LM}^i = P_L^i(x) \cup P_M^i(x),$$

$$P_{HM}^i = P_M^i(x) \cup P_H^i(x)$$

Сол сияқты, әрбір қаржылық көрсеткішпен, яғни берілген несиенің сипаттамасымен біз $E_K^i, K \in \{L, LM, M, HM, H\}$ предикатын байланыстырамыз.

Шешімдер қабылданатын ережелер келесідей болады:

$$\varphi(x_1, \dots, x_i) \rightarrow \rho(y_1, \dots, y_m).$$

Бірнеше ережелерді қолдануға болады

$$V_i: \varphi_i(x_1 \dots x_n) \rightarrow \rho_i(y_1 \dots y_n), i = 1, \dots, N$$

Әдетте бізде жоғарыда көрсетілген қолтаңбаның бір орындық предикаттарының конъюнкциясы болады:

$$\varphi(x_1, \dots, x_i) \rightarrow \bigwedge_{j=1}^n E_j(x_j).$$

Сонымен қатар, әрбір $E_j, P_K^i, K \in \{L, LM, M, HM, H\}$ түрінде болады.

Көрсеткіштер кәсіпорынның қызметін талдау нәтижесінде алынады. Көрсеткіштер $Y_1 \cdot Y_n$ болжалды. Бұл көрсеткіштер: инвестиция көлемі, инвестициялау мерзімі, инвестицияның тәуекел деңгейі. Ең жалпы түрде бір параметр болжанады инвестициялық тартымдылық индексі деп аталады, 0-ден 1-ге дейін өзгереді және табиғи түсіндірмесі бар.

Қорытынды

Бұл жұмыста шағын бизнес кәсіпорындарының инвестициялық тартымдылығын анықтау әдісі ұсынылған. Бұл әдіс бұлдыр жиындар теориясын қолдануға негізделген. Бұлдыр жиындар теориясы деректердегі белгісіздік пен бұлыңғырлықты есепке алуға және логикалық формулалар негізінде шешім қабылдауға мүмкіндік береді.

Деректерді біріздіндіру процесі егжей-тегжейлі сипатталған, яғни бастапқы көрсеткіштерді $[0,1]$ аралығындағы мәндерге түрлендіру. Әрбір параметр үшін $[0,1]$ аралығындағы параметр мәнін көрсететін «индикатордың тартымдылық

дәрежесі» лингвистикалық айнымалысы анықталады. Бұл әртүрлі көрсеткіштерді салыстыруға және олардың Кәсіпорынның инвестициялық тартымдылығы үшін маңыздылығын бағалауға мүмкіндік береді.

Шешімдердің негізінде қабылданатын ережелер, параметрлерді пайдалана отырып, логикалық формулалар түрінде тұжырымдалады. Негізгі параметр – инвестициялық тартымдылық индексі, ол 0-ден 1-ге дейін өзгереді және табиғи түсіндірмесі бар. Мақалада шешім қабылдау мәселелерінде сарапшылардың пікірлерін және интервалдық салмақтарды бағалау үшін интервал сандарын пайдалану туралы да айтылады.

Екі интервал арасындағы артықшылық қарқындылығын сандық бағалау үшін ықтималдық шараларын қолдану идеясы жаңа емес, бірақ ұсынылған ғылыми тәсілді әлеуметтік-экономикалық қызметтің әртүрлі салаларында сараптамалық шешімдер қабылдауды қолдау жүйелерін құру, процестерді бақылау және кәсіпорынның қаржылық-экономикалық қызметін талдау үшін пайдалануға болады.

Сипатталған әдіс қаржы-экономикалық салада дәлірек және объективті шешім қабылдау үшін пайдалы болуы мүмкін. Алайда, әдістің тиімділігін толық бағалау үшін оны практикалық қолдану және несиелік бағалаудың басқа әдістерімен салыстыру қажет.

ӘДЕБИЕТ

Абрамов Е.П., Махажанова У.Т., Мурзин Ф.А. (2019). Принятие кредитных решений на основе нечеткой логики Заде. В материалах 12-й Международной Ершовской конференции по информатике (PSI'19). — Россия, Новосибирск. — 2-5 июля 2019 г. — Стр. 20–25. (Русс). [Google Scholar]

Алескерова Ю. и др. (2020). «Моделирование уровня инвестиционной привлекательности аграрного сектора экономики». Международный журнал промышленной инженерии и производственных исследований. — 2020. — Том 31. — № 4. — С. 490–496. — URL: <http://ijiepr.com/статья-1-1138-en>.

Абрамов Е.П., Махажанова У.Т., Мурзин Ф.А. (2019). Принятие кредитных решений на основе нечеткой логики Заде. В материалах 12-й Международной Ершовской конференции по информатике (пси'19). — Россия, Новосибирск. — 2–5 июля 2019 г. — Стр. 20–25. [Google Scholar]

Димут Э. Пэмсл, Чарльз Стейвер, Ги Харо, Арега Д. Алена, Тахиру Абдулай, Ульрих Кляйнвехтер, Рикардо Лабарта, Грэм Тиле (2022). Определение приоритетности международных инвестиций в сельскохозяйственные исследования: уроки глобальной оценки различных культур, Политика в области исследований. — Том 51. — Выпуск 4. 2022. — 104473. — ISSN 0048-7333. — <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104473>.

Клэпп, Дженнифер (2017). «Ответственность за спасение? Управление частными финансовыми инвестициями в мировое сельское хозяйство». Сельское хозяйство и человеческие ценности. — 34 (2017). — 223–235.

Клычова, Гузалия и др. (2019). «Оценка эффективности инвестиционной деятельности организаций». Веб-конференция E3S. — Том 110. — EDP Sciences, 2019.

Клычова, Гузалия и др. (2019). «Оценка эффективности инвестиционной деятельности организаций». Веб-конференция E3S. — Том 110. — EDP Sciences, 2019.

Мустафакулов, Шерзод. «Инвестиционная привлекательность регионов: методические аспекты определения и классификации влияющих факторов». Европейский научный журнал. — 13.10 (2017). — 433–449.

Махажанова У., Керимхулле С., Муханова А., Баегизова А., Айткожа З., Мухиядин А., Тасуов Б., Салиева А., Таберхан Р., Азиева Г. (2022). Оценка кредитоспособности предприятий торговли и сервиса с использованием метода, основанного на нечеткой логике. Прикладные науки. 2022. — 12(22). — 11515. — <https://doi.org/10.3390/app122211515>

У.Т. Махажанова, Ф.А. Мурзин, А.А. Муханова, Е.П. Абрамов (2020). “Нечеткая логика Заде и принятие решений в области кредитования”, Журнал теоретических и прикладных информационных технологий, том 98. — № 06. 2020. — стр.1076–1086.

Сейит Керимхулл*, Айнур Салиева, Улжан Махажанова, Жандос Керимкулов, Алибек Адалбек и Роман Таберхан (2023). «Анализ затрат и выпуска в отрасли оптовой и розничной торговли в рамках веб-конференции Казахстанской статистики E3S 376. — 05023 (2023)». — <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337605023>

В.Я. Пивкин, Е.П. Бакулин, Д.И. Кореньков (1997). «Нечеткие множества в системах управления». — Новосибирск: Изд-во НГУ, 1997. — 52 с.

Дж. Тусупов (2016). “Изоморфизмы и алгоритмические свойства структур с двумя эквивалентностями”, Алгебра и логика. — Том 55 (1), 2016. — стр. 50–55.

REFERENCES

Abramov E.P., Makhazhanova U.T., Murzin F.A. (2019). Credit decision making based on Zadeh’s fuzzy logic. In Proceedings of the 12th International Ershov Conference on Informatics (PSI’19). —Russia, Novosibirsk. — 2–5 July 2019. — Pp. 20–25. (In Russ.). [Google Scholar]

Aleskerova Y. et al. (2020). “Modeling the level of investment attractiveness of the agrarian economy sector.” *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*. — 2020. — Vol. 31. — № 4. — Pp. 490–496. URL: <http://ijiepr.iust.ac.ir/article-1-1138-en.html> (2020).

Abramov E.P., Makhazhanova U.T., Murzin F.A. (2019). Making credit decisions based on the fuzzy logic of the loan. In the proceedings of the 12th International Ershov Conference on Informatics (PSI’19). — Novosibirsk, Russia. — July 2–5, 2019. — Pp. 20–25. [Google Scholar]

Clapp Jennifer (2017). “Responsibility to the rescue? Governing private financial investment in global agriculture.” — *Agriculture and human values* 34. (2017). — 223–235.

Diemuth E. Pems, Charles Staver, Guy Hareau, Arega D. Alene, Tahirou Abdoulaye, Ulrich Kleinwechter, Ricardo Labarta, Graham Thiele (2022). Prioritizing international agricultural research investments: lessons from a global multi-crop assessment, *Research Policy*. — Volume 51. — Issue 4. 2022. — 104473. — ISSN 0048–7333. — <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104473>.

Klychova, Guzaliya et al. (2019). “Assessment of the efficiency of investing activities of organizations.” *E3S web of conferences*. — Vol. 110. — EDP Sciences, 2019.

Klychova Guzaliya et al. (2019). “Assessment of the efficiency of investing activities of organizations.” *E3S web of conferences*. — Vol. 110. — EDP Sciences, 2019.

Mustafakulov Sherzod (2017). “Investment attractiveness of regions: Methodic aspects of the definition and classification of impacting factors.” — *European Scientific Journal*. — 13.10 (2017). — 433–449.

U.T. Makhazhanova, F.A. Murzin, A.A. Mukhanova, E.P. Abramov (2020). “Fuzzy logic of the loan and decision-making in the field of lending”. — *Journal of Theoretical and Applied Information Technologies*. — Vol. 98. — No. 06, 2020. — Pp.1076–1086.

Makhazhanova U., Kerimkhulle S., Mukhanova A., Bayegizova A., Aitkozha Z., Mukhiyadin A., Tassuov B., Saliyeva A., Taberkhan R., Azieva G. (2022). The Evaluation of Creditworthiness of Trade and Enterprises of Service Using the Method Based on Fuzzy Logic. — *Applied Sciences*. 2022. — 12(22):11515. — <https://doi.org/10.3390/app122211515>

Seyit Kerimkhulle*, Ainur Saliyeva, Ulzhan Makhazhanova, Zhandos Kerimkulov, Alibek Adalbek and Roman Taberkhan (2023). The input-output analysis for the wholesale and retail trade industry of the Kazakhstan statistics E3S Web of Conferences 376. — 05023 (2023). — <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202337605023>

J. Tусупов (2016). Isomorphisms and algorithmic properties of structures with two equivalences”, *Algebra and Logic*. — Volume 55 (1), 2016. — Pp. 50–55.

V.Ya. Pivkin, E.P. Bakulin, D.I. Korenkov (1997). “Fuzzy sets in control systems”. — Novosibirsk: Publishing House of NSU, 1997. — 52 p.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 246–257
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.280>

УДК 004.931

© **A.R. Orazayeva¹, J.A. Tussupov^{1*}, W. Wójcik², A.K. Shaikhanova¹,
G.B. Bekeshova¹, 2024**

¹Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan;

²Lublin University of Technology, Lublin, Poland.

E-mail: tussupov@mail.ru

EFFECTIVE DETECTION OF BREAST PATHOLOGY USING MACHINE LEARNING METHODS

Orazayeva Ainur Rishatovna — PhD, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan, st. Satpaeva, 2, 010000

E-mail: oaris.83@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2899-9886>;

Tussupov — Professor, Department of Information Systems, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan, st. Satpaeva, 2, 010000

E-mail: tussupov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9179-0428>;

Wójcik Waldemar — Director of Institute of Electronic and Information Technologies, Faculty of Electrical Engineering and Computer Science, Doctor of Sciences, Full Professor of Lublin University of Technology

E-mail: waldemar.wojcik@pollub.pl, <https://orcid.org/0000-0002-6473-9627>;

Shaikhanova Aigul Kayrulaevna — PhD, Professor of the Department of Information Security, L.N. Gumilyov Eurasian National University; Astana, Republic of Kazakhstan

E-mail: shaikhanova_ak@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6006-4813>;

Bekeshova Gulvira Bauyrzhanovna — Senior Lecturer, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Master, Astana, Kazakhstan

E-mail: gulvirabauyrzhanovna@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1635-4693>.

Abstract. This work is devoted to the study and development of methods for the effective detection of breast pathologies using modern machine learning technologies, such as YOLOv8 and Faster R-CNN. The paper presents an analysis of existing approaches to the diagnosis of breast diseases and an assessment of their effectiveness. Then, the YOLOv8 and Faster R-CNN architectures are used to create pathology detection models in mammography images. In the work, the analysis and classification of the identified breast pathologies was carried out at six levels, taking into account the different degrees of severity and characteristics of the diseases. This approach allows for a more accurate determination of disease progression and provides additional data for more individualized treatment planning. Classification results at different levels improve the quality of medical decisions and provide more accurate information for physicians, which in turn contributes to an improved overall efficiency in the diagnosis and treatment of breast diseases. Experimental results demonstrate high accuracy and speed of image processing, providing fast and reliable detection of potential breast pathologies. The data

obtained confirm the effectiveness of the use of machine learning algorithms in the field of medical diagnostics, providing prospects for the further development of automated systems for detecting breast diseases in order to improve early diagnosis and treatment effectiveness.

Keywords: Deep learning, Breast pathologies, You Only Look Once, Faster R-CNN, Mammography images

Conflict of interest: *The authors declare that there is no conflict of interest.*

© А.Р. Оразаева¹, Д.А. Тусупов^{1*}, В. Войчик², А.К. Шайханова¹,
Г.Б. Бекешова¹, 2024

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

²Люблин Техникалық Университеті, Люблин, Польша.

E-mail: tussupov@mail.ru

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН СҮТ БЕЗІ ПАТОЛОГИЯСЫН ТИІМДІ АНЫҚТАУ

Оразаева Айну́р Ришатовна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: oaris.83@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2899-9886>;

Тусупов Джамалбек Алиаскарович — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының профессоры, ф.-м.ғ.д., Астана, Қазақстан

E-mail: tussupov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9179-0428>;

Войчик Вальдемар — Люблин техникалық университетінің профессоры, т.ғ.д., Люблин, Польша

E-mail: waldemar.wojcik@pollub.pl, <https://orcid.org/0000-0002-6473-9627>;

Шайханова Айгуль Кайрулаевна — Шайханова Айгуль Кайрулаевна – PhD, ақпараттық қауіпсіздік кафедрасының профессоры; Л. Н Гумилев атындағы ЕҰУ; Астана, Қазақстан

E-mail: shaikhanova_ak@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6006-4813>;

Бекешова Гульви́ра Бауыржановна — Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің аға оқытушысы, магистр, Астана, Қазақстан

E-mail: gulvirabauyrzhanovna@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1635-4693>.

Аннотация. Бұл жұмыс YOLOv8 және Faster R-CNN сияқты заманауи машиналық оқыту технологияларын пайдалана отырып, сүт безі патологиясын тиімді анықтау әдістерін зерттеуге және әзірлеуге арналған. Жұмыста сүт безі ауруларын диагностикалаудың қолданыстағы тәсілдерін талдау және олардың тиімділігін бағалау ұсынылған. Содан кейін YOLOv8және Faster R-CNN архитектуралары маммографиялық суреттерде патологияны анықтау модельдерін жасау үшін қолданылады. Жұмыста аурудың әртүрлі ауырлығы мен сипаттамаларын ескере отырып, алты деңгейде анықталған сүт безі патологияларына талдау және жіктеу жүргізілді. Бұл тәсіл аурудың қаншалықты дамығанын дәлірек анықтауға мүмкіндік береді және емдеуді жекелендірілген жоспарлау үшін қосымша мәліметтер береді. Әр түрлі деңгейдегі жіктеу нәтижелері медициналық шешімдердің сапасын жақсартуға мүмкіндік береді және дәрігерлерге дәлірек ақпарат береді, бұл өз кезегінде сүт безі ауруларын диагностикалау мен емдеудің жалпы тиімділігін жақсартуға ықпал етеді. Эксперименттік нәтижелер сүт безінің

ықтимал патологияларын жылдам және сенімді анықтауға мүмкіндік беретін кескінді өңдеудің жоғары дәлдігі мен жылдамдығын көрсетеді. Нәтижелер ерте диагностика мен емдеу тиімділігін жақсарту мақсатында сүт безі ауруларын анықтаудың автоматтандырылған жүйелерін одан әрі дамыту перспективаларын ұсына отырып, медициналық диагностика саласындағы машиналық оқыту алгоритмдерін қолданудың тиімділігін растайды.

Түйін сөздер: терең оқыту, сүт безінің патологиялары, you only look once, faster r-cnn, маммография суреттері

Мүдделер қақтығысы: авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдемейді.

© А.Р. Оразаева¹, Д.А. Тусупов^{1*}, В. Войчик², А.К. Шайханова¹,
Г.Б. Бекешова¹, 2024

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана,
Казахстан;

²Люблинский Технический Университет, Люблин, Польша.
E-mail: tussupov@mail.ru

ЭФФЕКТИВНОЕ ВЫЯВЛЕНИЕ ПАТОЛОГИИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Оразаева Айнура Ришатовна — Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: oaris.83@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2899-9886>;

Тусупов Джамалбек Алиаскарович — профессор кафедры информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, д.ф.-м.н., Астана, Казахстан

E-mail: tussupov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9179-0428>;

Войчик Вальдемар — д.т.н., профессор Люблинского Технического Университета, г. Люблин, Польша

E-mail: waldemar.wojcik@pollub.pl, <https://orcid.org/0000-0002-6473-9627>;

Шайханова Айгуль Кайрулаевна — PhD, профессор кафедры информационной безопасности, Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана, Республика Казакстан

E-mail: shaikhanova_ak@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-6006-4813>;

Бекешова Гульвира Бауыржановна — старший преподаватель Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева, магистр, Астана, Казахстан

E-mail: gulvirabauyrzhanovna@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1635-4693>.

Аннотация. Данная работа посвящена исследованию и разработке методов эффективного выявления патологий молочной железы с использованием современных технологий машинного обучения, таких как YOLOv8 и Faster R-CNN. В работе представлен анализ существующих подходов к диагностике заболеваний молочной железы и оценка их эффективности. Применяются архитектуры YOLOv8 и Faster R-CNN для создания моделей обнаружения патологий на изображениях маммографии. В работе проведен анализ и классификация выявленных патологий молочной железы на шести уровнях, учитывая различные степени тяжести и характеристики заболеваний. Этот подход позволяет более точно определить

степень прогрессирования заболевания и предоставляет дополнительные данные для более индивидуализированного планирования лечения. Результаты классификации на различных уровнях позволяют улучшить качество медицинских решений и обеспечивают более точную информацию для врачей, что в свою очередь способствует улучшению общей эффективности диагностики и лечения заболеваний молочной железы. Экспериментальные результаты демонстрируют высокую точность и скорость обработки изображений, обеспечивая быстрое и надежное выявление потенциальных патологий молочной железы. Полученные данные подтверждают эффективность применения алгоритмов машинного обучения в области медицинской диагностики, предоставляя перспективы для дальнейшего развития автоматизированных систем обнаружения заболеваний молочной железы с целью улучшения ранней диагностики и эффективности лечения.

Ключевые слова: глубокое обучение, патологии молочной железы, you only look once, faster r-cnn, маммографические изображения

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Медициналық диагностиканың заманауи технологиялары (Богаевская, 2021) ауруларды анықтаудың дәлдігі мен жеделдігін арттыру үшін машиналық оқытудың мүмкіндіктері мен принциптерін тез біріктіреді (Оразаева, 2022). Әйелдер денсаулығындағы өзекті міндеттердің бірі сүт безі патологиясын диагностикалау (Бойна, 2023), олардың арасында қатерлі ісіктің әртүрлі формалары (Сингх, 2021) және басқа да дисфункциялар ерекшеленеді. Бұл жұмыста сүт безінің патологиясын анықтаудың тиімді әдістерін зерттеу ерекше маңызға ие. Машиналық оқыту, атап айтқанда, You Only Look Once (YOLOv8) (Хсу, 2021) және Faster Region-based Convolutional Neural Network (R-CNN) (Орынбаева, 2023) алгоритмдері медициналық кескінді талдау процесін автоматтандыру үшін перспективті құралдарды ұсынады. Бұл әдістер маммография кескіндеріндегі ықтимал патологияларды анықтап қана қоймай, оларды әртүрлі ауырлық деңгейлерін ескере отырып жіктеуге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл сүт безі ауруларын ерте диагностикалауға және емдеуге жекелендірілген тәсілге жаңа жол ашады.

Бұл зерттеуде біз YOLOv8 және Faster R-CNN көмегімен (Оразаева, 2022) сүт безі патологиясын тиімді анықтау әдістерін әзірлеуге және сынақтан өткізуге назар аударамыз. Осы әдістерді талдау, оларды салыстыру және медициналық тәжірибеде қолдану нәтижелері диагностикалық процедуралардың дәлдігі мен жеделдігін арттыра отырып, сүт безі ауруларын диагностикалау мен емдеу саласын айтарлықтай ілгерілетеді. Сүт безі патологиясын диагностикалаудың заманауи және тиімді әдістеріне қол жетімділікті қамтамасыз ету денсаулық сақтау стратегиясының өте маңызды элементіне айналады. Сүт безі аурулары, әсіресе сүт безі қатерлі ісігі әйелдердің денсаулығына ең көп таралған және қауіпті аурулардың бірі болып табылады. Осыған байланысты, машиналық оқытудың озық технологияларын пайдалану скрининг пен диагностиканың тиімділігін жақсартудың, анықтау мен емдеуді бастау арасындағы уақытты қысқартудың перспективті құралы болып табылады. Дегенмен, ықтимал артықшылықтарына қарамастан, медициналық тәжірибеге машиналық оқыту алгоритмдерін енгізу, олардың дәлдігін, сенімділігін және денсаулық сақтау саласындағы деректер

қауіпсіздігі стандарттарына сәйкестігін мұқият зерттеуді және тексеруді қажет етеді. Бұл зерттеуде біз машиналық оқыту технологияларын клиникалық тәжірибеге қалай сәтті біріктіруге болатынын және оларды қауіпсіз және тиімді пайдалануды қамтамасыз ету үшін қандай шаралар қабылдау керектігін қарастыра отырып, осы аспектілерге назар аударамыз.

Осы зерттеудің нәтижесінде біз сүт безі патологиясын тиімді анықтаудың жаңа әдістерін ұсынып қана қоймай, сонымен қатар сүт безі ауруларын ерте анықтау сатысында диагностикалау мен емдеуді жақсартуға маңызды үлес қоса отырып, олардың медициналық салада практикалық қолдану потенциалын көрсетуге тырысамыз. Технологияның үздіксіз дамуы және денсаулық сақтау қажеттіліктерінің артуы аясында (Оразаева, 2023; Лю, 2023) сүт безінің патологиясын тиімді анықтау әлемдік денсаулық сақтаудың өзекті міндетіне айналуда. Сүт безі қатерлі ісігі әйелдер арасында жиі кездесетін және өлімге әкелетін онкологиялық аурулардың бірі болып қала береді.

Мақалада (Куинн, 2023; Раха, 2023) гистопатологиялық кескіндерді талдауға, әсіресе брест гистологиясы саласына назар аудара отырып, медициналық салада терең оқыту алгоритмдерін (DL) қолдануды қарастырады. Авторлар DL архитектураларының компьютерлік көру және медициналық кескіндерді өңдеу тапсырмаларындағы табыстылығын атап өтіп, бұл әдістер адам сарапшыларынан асып түсуі мүмкін екенін ескертті. Мақалада сонымен қатар патологияны бейнелеуге мамандандырылған, оның ішінде мәліметтер базасы мен челленджерді қолданумен DL алгоритмдерінің дамуы талқыланады. Қорытындылай келе, авторлар сүт безі қатерлі ісігін анықтау, диагностикалау, кезеңдеу және болжау үшін патология саласына DL парадигмаларын енгізу әкелетін болашақ қиындықтар мен мүмкіндіктерді талқылайды.

Бұл мақала (Энсенят-Мендес, 2021; Иранмакани, 2020) сүт безі қатерлі ісігінің патологиялық диагностикасы үшін маңызды болып табылатын патологиялық бөлімдердегі митоздарды кванттауға бағытталған. Авторлар митозды анықтаудың қазіргі әдістерін, соның ішінде дәстүрлі тәсілдерді, терең оқыту әдістерін, аралас әдістерді және т.б. ұсынады. Әр әдістің тиімділік көрсеткіштері қарастырылады, сонымен қатар митоздық деректер жиынтығындағы оң және теріс үлгілердің теңгерімсіздігінің шешімдері талқыланады. Мақаланың қорытындысы сүт безі қатерлі ісігіндегі митозды зерттеудегі бар әдістер мен болашақ бағыттарға шолу жасайды.

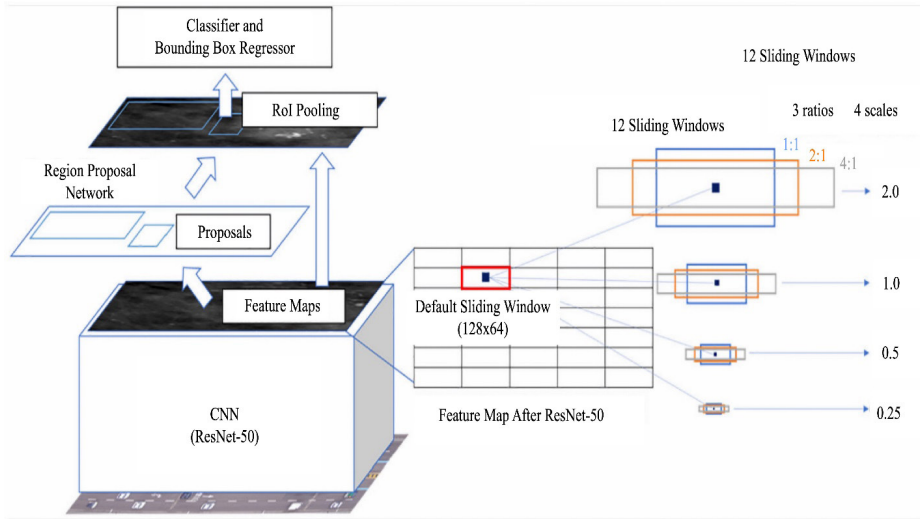
Бұл мақалада (Хашеми, 2024; Джу, 2023) қауіп факторларына негізделген аурудың даму ықтималдығын бағалайтын сүт безі қатерлі ісігінің қауіп үлгілері талқыланады. Маммографиялық тығыздықты қауіптің маңызды факторы ретінде ескере отырып, авторлар жаңа бейнелеу әдістерін зерттейді. Патологтар тәуекелді бағалау үшін деректерді ұсынады, ал дәрігерлер жеке бағалау жүргізеді және тәуекелі жоғары адамдар үшін алдын алу шараларын қолданады. Ісіктерді генетикалық тестілеу скрининг пен емдеудің жеке шешімдерін басшылыққа алады. Маммографияда жасанды интеллектті қолдану тәуекел үлгілерін әзірлеу үшін кескін деректерін, клиникалық, генетикалық және патологиялық деректерді біріктіреді. Жаңа бейнелеу технологияларын, генетикалық сынақтарды және молекулалық профилдеуді енгізу тәуекел үлгілерінің дәлдігін арттырады. Аурудың күрделілігі, деректердің шектеулі қол жетімділігі және модельдің кіріс

параметрлері талқыланады. Ертерек анықтау және жақсартылған нәтижелер үшін көпсалалы тәсілдің қажеттілігі атап өтіледі.

Медициналық диагностикада облысындағы айтарлықтай жетістіктерге қарамастан, сүт безі ауруларын анықтаудың жоғары инциденттілігі мен күрделілігі патологияны тиімдірек және уақтылы анықтау үшін машиналық оқыту әдістері сияқты инновациялық тәсілдерді енгізу қажеттілігін көрсетеді. YOLOv8 және Faster R-CNN сияқты машиналық оқыту алгоритмдерін қолдана отырып, медициналық кескіндерді автоматтандырылған талдаудың жаңа перспективалары ашылады, бұл диагностиканың сапасын едәуір жақсартып алады және осылайша сәтті емдеу мүмкіндігін арттырады. Бұл зерттеу осы әдістердің медициналық практикадағы өзектілігін атап өтуге, сондай-ақ олардың сүт безі патологиясымен күресте емдеу нәтижелерін және әйелдердің жалпы денсаулығын жақсартудағы потенциалына жалпы арналған.

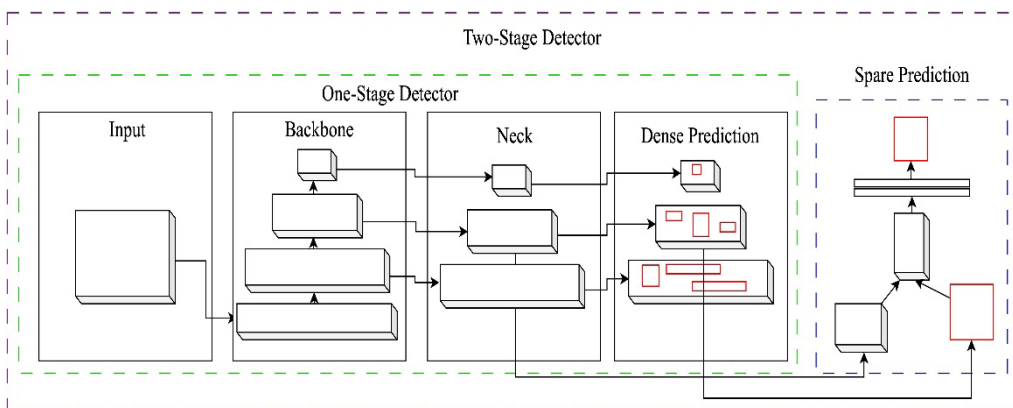
Әдістер мен материалдар

Бұл зерттеуде екі озық компьютерлік көру алгоритмдері - YOLOv8 (You Only Look Once) және Faster R-CNN (Region-based Convolutional Neural Network) - маммографиялық суреттердегі сүт бездеріндегі ауытқуларды анықтауға оқыту процесі талданды. Дегенмен, олардың тиімділігі мен сенімділігіне толық сенімді болу үшін контрастты жақсарту және тері құрылымының маңызды бөлшектерін бөлектеу үшін пиксель мәндерін қалыпқа келтіру және гистограмманы теңестіру сияқты кеңірек және әртүрлі кескін өңдеу датасеттерінде қосымша тестілеу қажет. Деректерді алдын-ала өңдеудегі маңызды сәт нүктелік координаттардың орнына аномальды аймақ маскаларын қолдану болды, бұл аномалиялардың шектеулі жақтауларын (bbox) тиімді бөлуге мүмкіндік берді. Бұл маскалар патология класы мен патология деңгейі туралы ақпарат беретін модельдерге аннотация ретінде қызмет етті. Деректер дұрыс оқыту мен модельдерді тексеруді қамтамасыз ету үшін оқыту және тексеру жинақтары болып бөлінді. Оқыту екі модельде жүргізілді: YOLOv8 және Faster R-CNN. Оқыту барысында алдын-ала дайындалған салмақтар қолданылды және модельдер оқыту дәуірінен өтті. Валидация процесі валидациялық деректер жиынтығындағы модельдердің өнімділігін бағалауды қамтыды. Нәтижелер шығындардың, дәлдіктің және F1-өлшемдерінің оқыту дәуірлерінің санына тәуелділігін көрсететін графиктерді қолдану арқылы талданды. Медициналық кескіндердегі ауытқуларды анықтауға арналған компьютерлік модельдерді оқыту процесі күрделі және көп тапсырманы орындайды. Жүргізілген талдауға сүйене отырып, екі модельдің де медициналық диагностикада, әсіресе маммографиялық суреттердегі сүт бездеріндегі ауытқуларды анықтау саласында қолдану мүмкіндігі бар деген қорытынды жасауға болады. Дегенмен, олардың тиімділігі мен сенімділігіне толық сенімді болу үшін кеңірек және әртүрлі деректер жиындарында қосымша тестілеу, сондай-ақ модельдердің ықтимал кемшіліктерін анықтау және жою үшін қателерді талдау қажет.



Сур. 1. Faster R-CNN архитектурасы
(Fig. 1. Faster R-CNN architecture)

Модельдің дәлдігі мен жалпылау қабілеттілігі арасындағы оңтайлы тепе-теңдікке қол жеткізу үшін гиперпараметрлерді, соның ішінде реттеу параметрлері мен оқу коэффициенттерін мұқият баптау маңызды қадам болып табылады. Сондай-ақ, Faster R-CNN моделінің жалпы тиімділігі мен тұрақтылығын бағалау үшін валидациялық және сынақ үлгілерінде тестілеу жүргізіледі. Зерттеу дәлдік, толықтық және F1 Өлшем көрсеткіштерін пайдалана отырып, Faster R-CNN оқыту нәтижелерін салыстырмалы талдаудан және тестілеуден басталады. Бұл көрсеткіштер модельдің сүт безінің патологиясын дәл анықтау және локализациялау қабілетін бағалауға мүмкіндік береді. Осыдан кейін патологияны анықтаудың жоғары дәлдігін қамтамасыз етудегі Faster R-CNN артықшылықтарын ерекшелеп өту үшін YOLOv8 сияқты балама әдістермен салыстыру жүргізіледі (сурет 2).



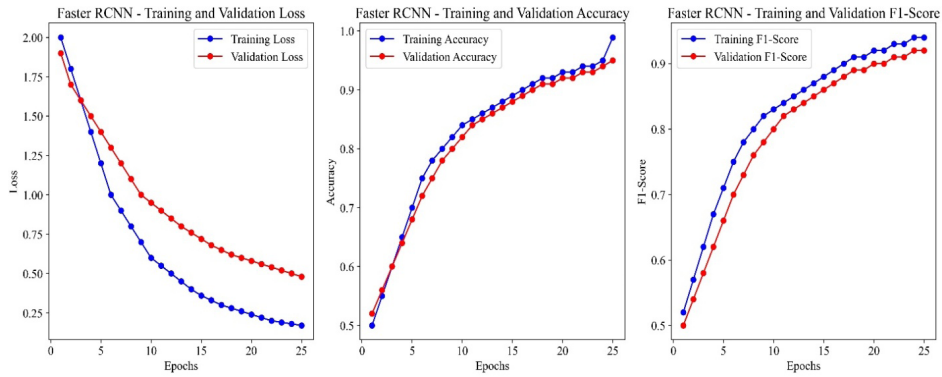
Сур. 2. YOLOv8 архитектурасы
(Fig. 2. YOLOv8 architecture)

Сонымен қатар, әдістеде Faster R-CNN соңғы нәтижелеріне оқыту таңдамасының өлшемі мен әртүрлі оқыту параметрлерінің әсерін талдауға бағытталған. Бұл сүт безінің патологиясын анықтау контекстінде максималды дәлдікке жету үшін оңтайлы параметрлер мен жағдайларды анықтауға мүмкіндік береді. Қорытынды нәтижелер мен қорытындылар медициналық тәжірибеде дәлдіктің жоғары деңгейімен сүт безі патологиясын анықтаудың тиімді құралы ретінде Faster R-CNN әдісін дәлелдеп таңдауға негіз болады. Әдістеде Faster R-CNN анықталған патологияларды автоматтандырылған және қолмен талдау механизмдерін қамтитын сапаны бақылау жүйесін құру қарастырылған. Бұл кезең нақты клиникалық тәжірибе жағдайында модель нәтижелерінің сенімділігі мен дәлдігін тексеруге бағытталған. Медициналық мамандардың анықталған өзгерістерді қолмен тексеруі патологияны анықтаудың дұрыстығына қосымша сенімділік деңгейін қамтамасыз етеді, әсіресе жоғары дәлдік өте маңызды болған жағдайларда.

Сонымен қатар, әдістеде Faster R-CNN моделін нақты немесе оған жақын уақыт режимінде қолдану үшін қажетті есептеу ресурстарын талдауды қамтиды. Бұл құрастырылған әдісті диагностиканың жеделдігі өте маңызды мәнге ие болатын медициналық мекемелерге біріктіру мүмкіндігін қарастырған кезде маңызды аспект. Faster R-CNN нәтижелерін басқа Машиналық оқыту әдістерімен және маммография саласындағы дәстүрлі тәсілдермен қорытынды салыстыру сүт безінің патологиясын анықтауда жоғары дәлдікті қамтамасыз етуде осы әдістің артықшылықтарын қорытындылауды қамтиды. Ұсынылған тәсіл диагностиканың сапасын едәуір жақсартуға және оларды ерте анықтау кезеңінде сүт безі ауруларымен күресудің тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

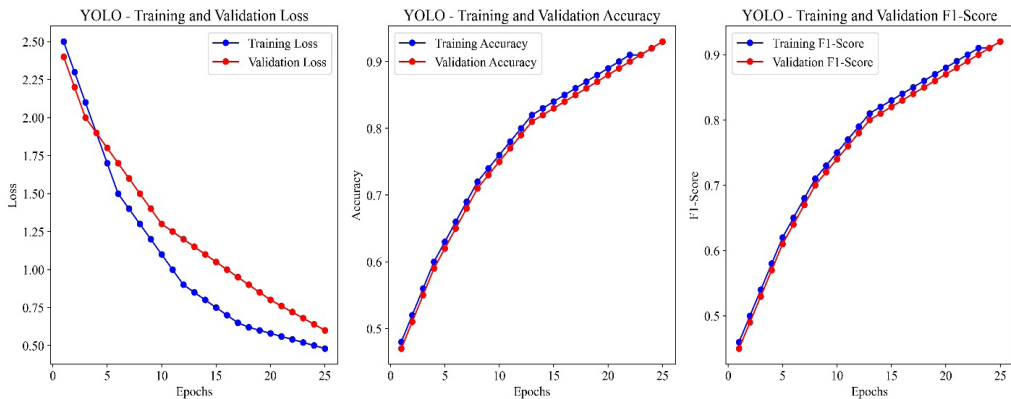
Нәтижелер және оларды талқылау

Бұл жұмыста біз екі негізгі модельді қарастырамыз: сүт бездеріндегі ауытқуларды анықтау тапсырмасы үшін маммограммалар жиынтығында оқытылған Faster R-CNN және YOLOv8. Осы модельдерді оқыту нәтижелері оқыту және валидация шығындары, дәлдік және F1-өлшемі сияқты көрсеткіштер ретінде жазылды. Faster R-CNN оқыту және валидация шығындарының кестесі оқыту дәуірі өткен сайын оқу және валидация деректер жиынтығындағы шығындардың қалай азаятынын көрсетеді. Бұл модель қателіктерді азайту арқылы жалпылау қабілетін сәтті жақсартатынын көрсетеді. Қисықтардың жақындасуы сонымен қатар қайта оқытудың жоқтығын көрсетеді, бұл оқыту және валидациялық деректер жиынтығында жоғары дәлдікпен және F1-өлшемімен расталады. Faster R-CNN үшін оқыту және валидация дәлдігі әр дәуірде тізбектеу өсуді көрсетеді, оқытудың соңына қарай шамамен 0.99 мәніне жетеді. Бұл модель деректердегі үлгілерді сәтті түсіретінін және өзінің болжамдары барған сайын дәлірек болатынын көрсетеді. Ұқсас жақсарту F1-өлшемінде де көрінеді, ол 0.97-ге жақындайды, модельдің дәлдігі мен толықтығы арасындағы тепе-теңдікті ерекшелеп көрсетеді (сурет 3).



Сур. 3. Faster-CNN моделін оқыту нәтижелері
(Fig. 3 Faster-CNN model training results)

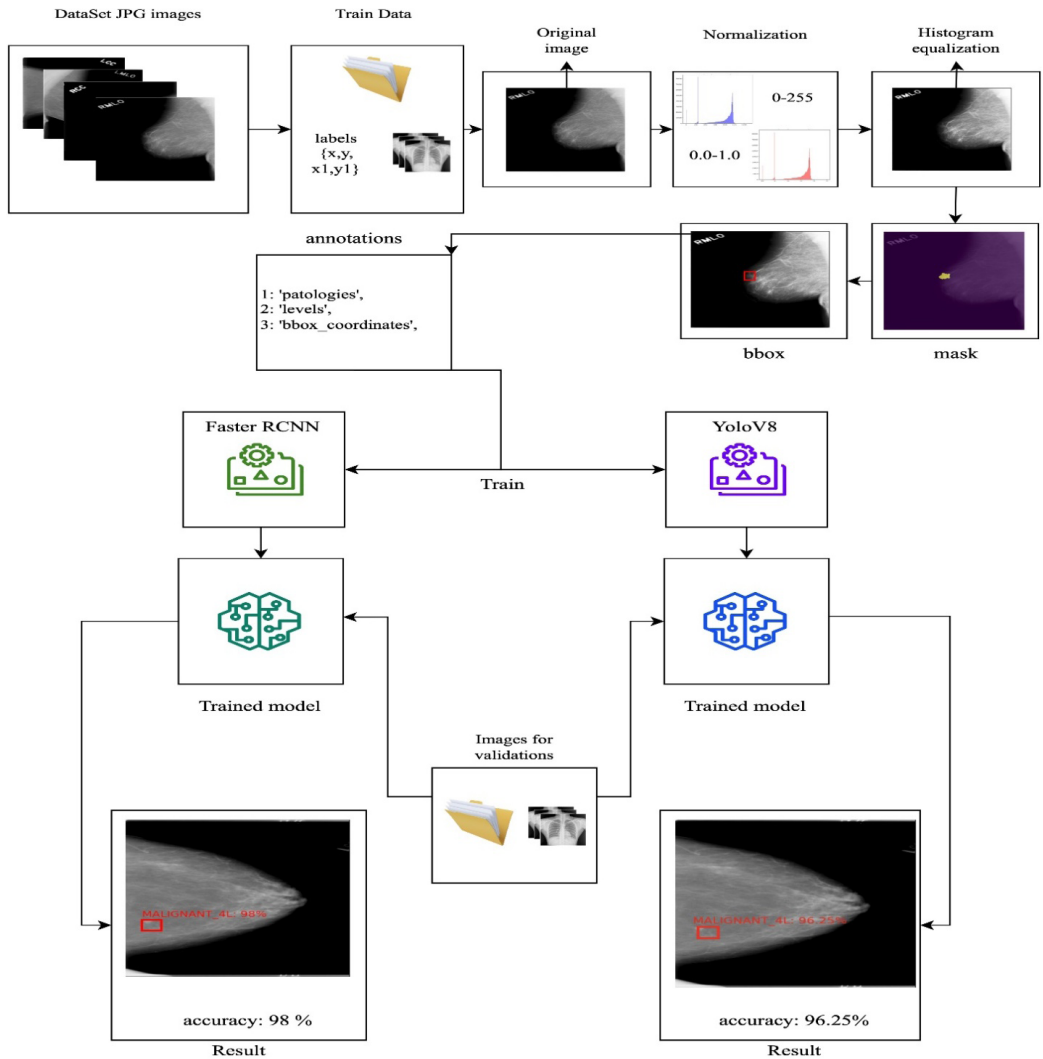
Faster R-CNN-мен аналогиясы бойынша, YOLOv8 сондай-ақ сәтті оқыту процесін көрсетеді. Жаттығу және валидация деректеріндегі шығындар кестесі бастапқы дәуірлердегі шығындардың тез төмендеуін көрсетеді, бұл модельдің конвергенциясының жоғары жылдамдығын көрсетеді. Дәлдік және F1-оқыту және валидациялық деректер жиынтығының өлшемі де дәйекті түрде жақсарып, сәйкесінше 0.97 және 0.96 шамаларына жетеді (сурет 4).



Сур. 4. Yolov8 моделін оқыту нәтижелері
(Fig. 1. Results of training the Yolov8 model)

Екі модельді салыстыра отырып, олардың екеуі де жоғары өнімділікті көрсететінін және маммограммалардағы ауытқуларды анықтау тапсырмасы үшін сәтті оқытылатынын атап өтуге болады. Дегенмен, Faster R-CNN YOLOv8-ге қарағанда дәлдік мәндерінде және F1-өлшемдерінде, әсіресе соңғы оқыту дәуірлерінде шамалы артықшылықты көрсететінін атап өткен жөн. Патологияның әртүрлі деңгейлері бар 1318 суретті пайдалана отырып, сүт безі обырын жіктеу үшін модель жасалды (сурет 5). Кескінді өңдеу процесі патологиялық өзгерістерді анықтау үшін масканы қалыпқа келтіру, теңестіру және қолдану кезеңдерін қамтыды. YOLOv8 және Faster R-CNN әдістерінің сүт безі патологиясын анықтаудағы тиімділігін бағалау үшін патологияның әртүрлі формалары бар 1318 кескінді қамтитын кең датасет қолданылды. Датасет қатерлі және қатерсіз кескіндер

арасында теңдестірілген, сонымен қатар сүт безі қатерлі ісігінің бес деңгейлі жіктелуін қамтамасыз етті. Бұл тәсіл сүт безінің медициналық бейнелеріндегі патологияларды анықтау үшін екі модельдің де тиімділігін толық және объективті бағалауға мүмкіндік береді.



Сур. 5. Сүт безі қатерлі ісігінің патологиясын анықтау моделі
(Fig.5. Breast cancer pathology detection model)

Сүт безінің суреттерін өңдеу мен жіктеудің бұл тәсілі тіндердің күйін жүйелі және жан-жақты бағалауды қамтамасыз етеді, бұл әсіресе медициналық қосымшаларда маңызды. Қалыпқа келтіру және теңестіру әдістерін қолдану және YOLOv8 және Faster R-CNN қолдану арқылы модель әртүрлі патологияларды анықтауда жоғары сезімталдық пен дәлдікті көрсетеді. Әр түрлі кластары бар теңдестірілген датасеттер сүт безі патологиясының әртүрлі формалары мен деңгейлерін ескере отырып, модельдің өнімділігін неғұрлым өкілді бағалауға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл жіктеу нәтижелеріне деген сенімді ынталандырады

және сүт безі қатерлі ісігін диагностикалау саласында айтарлықтай жақсартуларға уәде береді.

Қорытынды

Бұл зерттеудің қорытындысы маммографиялық кескіндердегі ауытқуларды анықтау саласында терең оқытудың екі озық моделін, Faster R-CNN және YOLOv8 қолданудың табыстылығына баса назар аударады. Модельдер арасындағы дәлдік пен F1-өлшемнің байқалған айырмашылықтары Faster R-CNN артықшылықтарын көрсетеді, бұл әсіресе валидация деректерінде жоғары тиімділікті көрсетті. Нәтижелер оқу тұрақтылығын қамтамасыз ету және медициналық диагностика тапсырмаларында сенімділікті арттыру үшін гистограмманы қалыпқа келтіру және теңестіруді қоса алғанда, деректерді мұқият өңдеудің маңыздылығын көрсетеді.

Жоғары дәлдік шешуші рөл атқаратын медициналық диагностика саласында Faster R-CNN таңдаулы таңдау болуы мүмкін, дегенмен YOLOv8 деректерді өңдеудің жоғары жылдамдығы маңызды болатын қосымшалар үшін перспективті нұсқа болып қала береді. Модельдердің оқу параметрлері мен архитектурасын оңтайландыру үшін қосымша зерттеулер, сондай-ақ маммографиялық кескіндердегі ауытқуларды анықтау саласында оларды одан әрі жетілдіру мақсатында модельдердің қателіктерін талдау ұсынылады.

ӘДЕБИЕТ

Богаевская О.Ю., Юмашев А.В., Золкин А.Л., Смирнова О.А. және Чистяков М.С. (2021, Сәуір). Медицинада прогрессивті ақпараттық технологияларды қолдану: компьютерлік диагностика және 3d технологиялары. — *Физика Журналында: Конференциялар Сериясы*. — Том. 1889. — №5. — б. 052001. — ИОР Баспасы.

Бойна Р., Ганаж Д., Чинчолкар Ю.Д., Ваг С., Шах Д.У., Чинтаму Н. және Шривастава А. (2023). Машиналық Оқыту Ауруларының Жіктелуіне негізделген Интеллекттің Диагностикалық Дәлдігін арттыру. *Инженериядағы Интеллектуалды Жүйелер мен Қосымшалардың Халықаралық Журналы*. — 11(6s). — 765–774.

Джу Р.Ю. және Цай В. (2023). YOLOv8 алгоритмін қолдана отырып, педиатриялық білек жарақатының Рентгендік суреттеріндегі сынықтарды анықтау. *Ғылыми Баяндамалар*. — 13 (1), 2007.

Иранмакани С., Мортезазаде Т., Саджадян Ф., Газизани М.Ф., Гафари А., Хезерлоо Д. және Мұса А.Е. (2020). Сүт бездерін бейнелеудің әртүрлі әдістеріне шолу: техникалық аспектілері және клиникалық нәтижелері. *Египеттің Радиология Және Ядролық Медицина Журналы*, — 51. — 1–22.

Куинн К., Магуайр А. және Раха Э. (2023). Сүт безі патологиясындағы тұзақтар. *Гистопатология*. — 82 (1). — 140–161.

Лю Ю., Хан Д., Парвани А.В. және Ли З. (2023). Сүт безі патологиясындағы жасанды интеллекттің қолданылуы. *Патология және зертханалық медицина мұрағаты*. — 147 (9). — 1003–1013.

Оразаева А., Войчик В., Павлов С., Тимченко Л., Кокриацка Н., Твердомед В. & Семенова Л. (2022, Желтоқсан). Контурды дайындауға негізделген кескінді биомедициналық сегментациялау әдісі. *Астрономия, Байланыс, Өнеркәсіп Және Жоғары Энергетикалық Физика Эксперименттеріндегі Фотоника Қолданбаларында 2022*. —Том. 12476. — 21–26 беттер. ТЫҢШЫ.

Оразаева А., Войчик В., Павлов С., Туссупов Дж., Прокопович И., Ковальчук О. & Жүнісова У. (2022, Желтоқсан). Сүт безі қатерлі ісігі кезіндегі биомедициналық ісік суреттеріндегі динамикалық өзгерістерді бағалауға арналған анық емес сараптамалық жүйені бейнелеу. *Астрономия, Байланыс, Өнеркәсіп және жоғары энергетикалық физика эксперименттеріндегі фотоника қолданбаларында 2022*. — Том. 12476. — 13–20 беттер. ТЫҢШЫ.

Оразаева А., Войчик В., Павлов С., Туссупов Дж., Прокопович И. (2023). Сүт безі қатерлі ісігі кезіндегі биомедициналық ісік суреттеріндегі динамикалық өзгерістерді бағалаудың сараптамалық жүйесі. «Биомедициналық инженерияның Заманауи технологиялары» II Халықаралық Ғылыми-Техникалық Конференциясының Материалдарында. —16-19 беттер. — Одесса Политехникалық Ұлттық Университеті.

Раха Э.А., Це Г.М. және Куинн К.М. (2023). Сүт безі қатерлі ісігінің патологиялық классификациясы туралы жаңарту. *Гистопатология*. — 82(1). — 5–16.

Сингх П., Сингх Н., Сингх К.К. және Сингх А. (2021). Машиналық оқыту арқылы ауруды диагностикалау. *Машиналық оқытуда және денсаулық сақтаудағы медициналық заттардың интернетінде*. — 89–111 беттер. Академиялық Баспасөз.

Хашеми С.М. Х., Сафари Л. және Тароми А.Д. (2024). Іс-әрекеттегі реализм: YOLOv8 Және DeiT Көмегімен Медициналық Суреттерден Ми Ісіктерінің Аномалияға Негізделген Диагностикасы. arXiv

алдын ала басып шығару arXiv:2401.03302.

Хсу К.Х., Чен Х., Лин В., Цзян К., Чжан Ю., Хао З. және Чунг Ю.К. (2021). Машиналық оқытуды қолдана отырып, денсаулық сақтауды жақсарту үшін бірнеше қатерлі ісік ауруларын диагностикалаудың тиімді жүйесі. *Өлшеу*, — 175. — 109145.

Орынбаева А., Шындалиев Н. & Арипбаева А. (2023) машиналық оқытуды қолдана отырып, медициналық университеттерде мәліметтерді өңдеудің статистикалық әдістерін Жетілдіру. *Инженерлік-Технологиялық Білім беру бойынша әлемдік Мәмілелер*. — 21 том. — № 1. — 58–63 беттер

Энсенят-Мендес М., Ллинас-Ариас П., Орозко Дж.И., Иньигес-Муньос С., Саломон М.П., Сесе Б. & Марзезе Колумбия Округі (2021). Сүт безі қатерлі ісігінің қазіргі үш есе теріс кіші түрлері: сүт безі қатерлі ісігінің ең агрессивті түрін талдау. *Онкологиядағы шекаралар*, — 11, — 681476.

REFERENCES

Bogaevskaya O.Yu., Yumashev A.V., Zolkin A.L., Smirnova O.A. and Chistyakov M.S. (2021, April). The use of Progressive Information Technologies in medicine: computer diagnostics and 3d technologies. *In The Journal Of Physics: Conference Series*. — Vol. 1889,

Boina R., Ganaj D., Chincholkar Y.D., Wag S., Shah D.U., Chintamu N. and Srivastava A. (2023). Improving the diagnostic accuracy of intelligence based on the classification of machine learning diseases. *International Journal of Intelligent Systems and applications in engineering*. — 11(6s). — 765–774.

“I Don’t Know,” He Said... & Semenova, L. (2022, December). Method of biomedical image segmentation based on contour preparation. In *Applications Of Photonics In Astronomy, Communications, Industry, And High Energy Physics Experiments 2022*. — Vol. 12476. — Pp. 21–26. *Spy*.

Iranmakani S., Mortezaazade T., Sajadyan F., Gaziani M.F., Gafari A., Hezerloo D. and Musa A.E. (2020). An overview of the different methods of breast imaging: technical aspects and clinical findings. *Egyptian Journal Of Radiology And Nuclear Medicine*. — 51. — Pp. 1–22.

Hashemi S.M.H., Safari L. and Taromi A.D. (2024). Realism in action: anomaly-based diagnosis of brain tumors from medical images using YOLOv8 and DeiT. arXiv preprint arXiv: 2401.03302.

L. Yu., Han D., Parvani A.V. and Lee Z. (2023). Application of artificial intelligence in Breast Pathology. *Archives of pathology and laboratory medicine*. — 147 (9). — Pp. 1003–1013.

Hsu K.H., Chen H., Lin W., Jiang K., Zhang Y., Khao Z. And Chung Y.K. (2021). An effective system for diagnosing multiple cancers to improve health care using machine learning. *Measurement*, — 175. — 109145.

Orynbaeva A., Shindaliyev N. & Aripbaeva A. (2023). improvement of statistical methods of data processing in medical universities using machine learning. *World deals on engineering and Technology Education*. — Volume 21. — No. 1. — Pp. 58–63

Jou R. Yu. and Tsai V. (2023). Determination of fractures in X-ray images of pediatric wrist injuries using the YOLOv8 algorithm. *Scientific Reports*. — 13 (1), 2007. — No. 5. — p. 052001. — IOP publishing house.

Orazaeva A., Voychik V., Pavlov S., Tussupov J. (2022). The Main Features Of The Work Are:.. & Zhunusova, U. (2022, December). Imaging of a fuzzy expert system for assessing dynamic changes in biomedical tumor images in breast cancer. In *Applications Of Photonics In Astronomy, Communications, Industry, And High Energy Physics Experiments 2022*. — Vol. 12476. — Pp. 13–20. *Spy*.

Orazaeva A., Voychik V., Pavlov S., Tussupov J. (2023). Expert system for assessing dynamic changes in biomedical tumor images in breast cancer. In the materials of the II International Scientific and Technical Conference” modern technologies of biomedical engineering”. — Pp. 16–19. — *Odessa Polytechnic National University*.

Quinn K., Maguire A. and Raha E. (2023). Traps in Breast Pathology. *Histopathology*. — 82 (1). — Pp. 140–161.

Raha E.A., Tse, G.M. and Quinn K.M. (2023). Update on the pathological classification of breast cancer. *Histopathology*. — 82(1). — Pp. 5–16.

Singh P., Singh N., Singh K.K., And Singh A. (2021). Diagnosis of the disease through machine learning. In *machine learning and the Internet of medical items in healthcare*. — Pp. 89–111. — Academic Press.

The Following Are Some Of The Most Common Causes Of Depression: The Following Are Some Of The Most Common Symptoms... & Marzese, District Of Columbia (2021). Current triple negative subtypes of breast cancer: an analysis of the most aggressive type of breast cancer. *Frontiers in oncology*. — 11. — 681476.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 2. Number 350 (2024). 258–268

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.281>

УДК 665.733.3: 519.816

© **B.B. Orazbayev¹, B.U. Asanova², Zh.Zh. Moldasheva^{2*}, Zh.E. Shangitova², 2024**¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;²Atyrau University named after H. Dosmukhamedov, Atyrau, Kazakhstan.

E-mail: zhadira1985@mail.ru

FORMULATION OF THE PROBLEM OF MULTICRITERIAL OPTIMIZATION OF OPERATING MODES OF COKE REACTORS UNDER FUZZY CONDITIONS AND A HEURISTIC METHOD FOR ITS SOLUTION**Orazbayev B.B.** — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of System Analysis and Control, Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan, AstanaE-mail: batyr_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2109-6999>;**Assanova B.U.** — PhD, dean of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technology, Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Republic of Kazakhstan, AtyrauE-mail: baha1981_13@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1029-6266>;**Moldasheva Zh.Zh.** — PhD, deputy dean of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies, Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Republic of Kazakhstan, AtyrauE-mail: zhadira1985@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0559-3410>;**Shangitova Zh.E.** — PhD, deputy dean of the faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies, Atyrau University named after Kh. Dosmukhamedov, Kazakhstan, AtyrauE-mail: zhanna.shangitova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7494-5208>.

Abstract. Using the example of coke reactors, the problem of multicriteria optimization of operating modes of production facilities characterized by vagueness is formalized, and its mathematical formulation is formulated. Criteria have been defined that characterize the quality of operating modes of coke reactors and the input and operating parameters that influence them, as well as limitations that should be taken into account when optimizing the operating mode of reactors. A multicriteria optimization problem is formulated for a general situation under conditions of vagueness, the mathematical formulation of which is based on the application of the principle of the main criterion to criteria and the principle of Pareto optimality to fuzzy constraints. To solve the resulting decision-making problem in a fuzzy environment, a heuristic method is developed based on the modification of the above-mentioned optimal principles to fuzzy conditions and its main steps are described. The proposed heuristic method for solving a multicriteria optimization problem characterized by fuzzy constraints is an iterative process implemented with the participation of the decision maker in the decision-making process. The novelty and originality of this method lies in the fact that it allows you to make effective and adequate decisions when managing production facilities in conditions of uncertainty through the use of knowledge, experience and intuition of decision makers and specialist experts. If the decision maker is not satisfied with the current solutions obtained, then he can improve the decisions by changing the assigned threshold values of local criteria and/or constraint weights. In the last iteration, the choice of the most effective of many effective solutions is carried out by the decision maker, taking into account the current situation in production, the market demand for manufactured products and their priorities.

Keywords: coke reactors, multicriteria optimization, decision making, fuzzy constraints, optimization principles, heuristic method

© Б.Б. Оразбаев¹, Б.У. Асанова², Ж.Ж. Молдашева^{2*}, Ж.Е. Шангитова², 2024

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

²Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан.

E-mail: zhadira1985@mail.ru

АЙҚЫНСЫЗДЫҚТА КОКСТЕУ РЕАКТОРЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН КӨПКРИТЕРИЙЛІК ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ ЕСЕБІНІҢ ҚОЙЫЛЫМЫ МЕН ОНЫ ШЕШУ ЭВРИСТИКАЛЫҚ ТӘСІЛІ

Оразбаев Б.Б. — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, «Жүйелік талдау және басқару» кафедрасының профессоры, *Астана, Қазақстан*

E-mail: batyr_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2109-6999>;

Асанова Б.У. — Ph.D., Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, *физика-математика және ақпараттық технологиялар факультетінің деканы, Атырау, Қазақстан*

E-mail: baha1981_13@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1029-6266>;

Молдашева Ж.Ж. — Ph.D., Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, *физика математика және ақпараттық технологиялар факультетінің оқу ісі жөніндегі декан орынбасары, Атырау, Қазақстан*

E-mail: zhadira1985@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0559-3410>;

Шангитова Ж.Е. — Ph.D., Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, *физика-математика және ақпараттық технологиялар факультетінің декан орынбасары, Атырау, Қазақстан*

E-mail: zhanna.shangitova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7494-5208>.

Аннотация. Кокстеу реакторлары мысалында айқынсыздық пен сипатталатын өндірістік нысандардың жұмыс режимдерін көпкритерийлік оптимизациялау есебі формализацияланып, математикалық қойылымы тұжырымдалған. Кокстеу реакторлары жұмыс режимдерінің сапасын сипаттайтын критерийлер мен оларға әсер ететін реактордың кіріс, режимдік параметрлері және реакторлардың жұмыс режимін оптимизациялауда ескерілуі тиіс шектеулер анықталған. Математикалық қойылымы айқынсыздықта жалпы жағдайға тұжырымдалған көпкритерийлік оптимизациялау есебі бас критерий принципі критерийлерге, ал Парето оптималдық принцип айқын емес шектеулерге қолдану негізінде айқын емес ортада шешім қабылдау есебіне келтірілген. Алынған айқын емес ортада шешім қабылдау есебін шешу үшін аталған оптималдық принциптері айқынсыздыққа модификациялау арқылы эвристикалық тәсіл құрылып, оның негізгі қадамдары сипатталған. Айқын емес шектеулермен сипатталатын көпкритерийлік оптимизациялау есебін шешу үшін ұсынылған эвристикалық тәсілі шешім қабылдау процесінде шешім қабылдаушы тұлға қатысуымен жүзеге асырылатын итеративті тісңл болып табылады. Бұл тәсілдің жаңашылдығы мен ерекшелігі мынада: ол шешім қабылдаушы, эксперт-мамандардың білімін, тәжірибесі мен интуициясын қолдану есебінен айқын емес ортада өндірістік нысандарды басқаруда тиімді және шынайлыққа адекваттығы жоғары шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді. Шешім қабылдаушы тұлға алынған ағымдағы шешімдерге қанағаттанбаса, ол локалды критерийлердің тағайындалған шекті мәндерін және/немесе шектеулердің салмақ коэффициенттерін өзгерту арқылы шешімдерді жақсарта алады. Соңғы итерацияда тиімді шешімдер жиынынан ең тиімдісін таңдауды шешім қабылдаушы тұлға өндірісте, өнімдер нарығында т.б. туындаған жағдайларға өзінің басымқыларын ескере отырып жүзеге асырады.

Түйін сөздер: кокстеу реакторлары, көпкритерийлік оптимизациялау, шешім қабылдау, айқын емес шектеулер, оптимизациялау принциптері, эвристикалық тәсіл

© Б.Б. Оразбаев¹, Б.У. Асанова², Ж.Ж. Молдашева^{2*}, Ж.Е. Шангитова², 2024

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

²Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан.

E-mail: zhadira1985@mail.ru

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КОКСОВЫХ РЕАКТОРОВ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОСТИ И ЭВРИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ЕЕ РЕШЕНИЯ

Оразбаев Б.Б. — профессор кафедры «Системный анализ и управление» Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: batyr_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2109-6999>;

Асанова Б.У. — Ph.D., декан факультета физики, математики и информационных технологий Атырауского университета им. Х. Досмұхамедова, Атырау, Казахстан

E-mail: baha1981_13@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1029-6266>;

Молдашева Ж.Ж. — заместитель декана по учебной работе факультета физики математики и информационных технологий Атырауского университета им. Х. Досмұхамедова, Атырау, Казахстан

E-mail: zhadira1985@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0559-3410>;

Шангитова Ж.Ж. — заместитель декана по научной работе факультета физики математики и информационных технологий Атырауского университета им. Х. Досмұхамедова, Атырау, Казахстан

E-mail: zhanna.shangitova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7494-5208>.

Аннотация. На примере коксовых реакторов формализована задача многокритериальной оптимизации режимов работы производственных объектов, характеризующихся нечеткостью, и сформулирована ее математическая постановка. Определены критерии, характеризующие качество режимов работы коксовых реакторов и входные, режимные параметры, влияющие на них, а также ограничения, которые следует учитывать при оптимизации режима работы реакторов. Сформулирована задача многокритериальной оптимизации для общей ситуации в условиях нечеткости математическая постановка которой основана на применении принципа главного критерия к критериям и принципа оптимальности по Парето к нечетким ограничениям. Для решения полученной задачи принятия решений в нечеткой среде разработан эвристический метод на основе модификации вышеупомянутых оптимальных принципов к нечеткости и описаны его основные шаги. Предлагаемый эвристический метод для решения задачи многокритериальной оптимизации, характеризующейся нечеткими ограничениями, представляет собой итерационный процесс, реализуемый с участием лица, принимающего решения, в процессе принятия решения. Новизна и оригинальность данного метода заключается в том, что он позволяет принимать эффективные и адекватные решения при управлении производственными объектами в условиях нечеткости за счет использования знаний, опыта и интуиции лиц, принимающих решения, специалистов-экспертов. Если лицо, принимающее решения не удовлетворено полученными текущими решениями, то оно может улучшить решения, изменяя назначенные пороговые значения локальных критериев и/или весовых коэффициентов ограничений. В последней итерации выбор наиболее эффективного из множества эффективных решений осуществляет лицо, принимающее решения, с учетом сложившейся ситуации на производстве, рынке спросов на производимые продукты, свои приоритеты.

Ключевые слова: коксовые реакторы, многокритериальная оптимизация, принятие решений, нечеткие ограничения, принципы оптимизации, эвристический метод

Кіріспе

Бүгінгі таңда мұнай өңдеу зауыттарында баяу кокстеу қондырғыларының (БКК) кокстеу реакторларында өндірілетін сапалы мұнай коксына деген сұраныс элетроника, электротехника, металлургия, космос тағы да басқа салаларда аса жағары болып табылады (Valyavin et al., 2020: 135; Shakirzyanova, 2019: 347). Аталған және мұнай коксын қолданатын басқа салалардың қарқынды дамуы болашақта сапалы мұнай коксына сұраныс арта түсуіне алып келеді (Kolesnik, 2022: 65). Сондықтан кокстеу реакторларының жұмыс оптималды режимдерін анықтап, тиімді басқару арқылы сапалы мұнай коксы көлемін арттыру қазіргі кезде ғылым мен практиканың аса өзекті де, маңызды мәселесі болып табылады.

Әйгілі PricewaterhouseCoopers (PWC) корпорациясының эксперттері 2027 жылға дейін әлемді мұнай коксына деген сұраныстың орташа жылдық өсу қарқыны 10 %-дан асып, \$50 млрд құрайтынын болжайды (Moritz, 2021: 25–33).

Өндірістік жағдайда БКК кокстеу реакторларында өндірілетін жоғары сапалы мұнай коксының көлемін, оның сапа көрсеткіштерін жақсартып отырып арттыру үшін ол реакторлардың бірінші кезекте математикалық модельдеріен тұрғызу қажет болады. Содан кейін құрылған модельдер көмегімен реакторларын жұмыс режимдерін көпкритерийлік жағдайда оптимизациялау оптимизациялау есебін тұжырымдап шешу керек. Алайда бұл аталған модельдерді құру, көпкритерийлік есептерді тұжырымдау мен шешу кезінде қажетті бастапқы ақпараттардың тапшылығы мен айқынсыздығына байланысты қиындықтар туындайды. Ол қиындықтардың туындауының негізгі себептері БКК кокстеу реакторлары сияқты күрделі нысандардың кейбір параметрлерінің күрделі өлшенуі, ал коксын сапасы көрсеткіштері, мысалы оның күлділігі мен ұшаңдығы өндірістік жағдайда арнаулы құралдардың көмегімен тіпті өлшенбейді. Мұндай жағдайларда туындаған мәселелерді шешу үшін ол нысандардың жұмыс режимдерін көптеген жылдары жақсы басқарып жүрген адам-оператор, шешім қабылдаушы тұлға (ШҚТ), пәндік саланың маман-эксперттерінен алынатын айқын емес ақпарат қолданлады. Мұндай айқын емес ақпарат табиғи тілде тұжырымдалған аталған ШҚТ, эксперттердің тәжірибесі, білімі және интуициясының болып табылады.

Ақпарат тапшылығы кезінде қолданыстағы өндірістік нысан жайында маңызды ақпараттар болып табылатын аталған айқын емес ақпараттарды жинап, оларды өңдеп, күрделі формализацияланатын нысандардың модельдерін құру мен олардың жұмыс режимдерін оптимизациялауда тиімді қолдануға болады. Айқын емес ақпараттарды жинап, өңдеу үшін эксперттік бағалау мен айқын емес жиындар теориясы тәсілдерін тиімді қолдануға болады. Бұл зерттеу соңғы кезде ғылым мен практикасы перспективалы болып саналатын күрделі формализацияланатын өндірістік нысандардың жұмыс режимдерін оптимизациялау мен тиімді басқаруға бағытталған.

БКК қондырғысының мұнай коксын өндіретін негізгі агрегаттары болып, өз ара байланысқан параллельді жұмыс жасайтын 4 кокстеу реакторлары болып табылады (Tuleuov et al., 2018: 217). Бұл жұмыста зерттеу нысаны ретінде Атырау МӨЗ қолданыстағы 21–10/6 БКК, кей параметрлерінің айқынсыздығымен сипатталатын және өзара байланысқан реакторлары алынған.

Ұсынылған жұмыста зерттеу нысанының модельдері негізінде оның жұмыс режимдерін айқынсыздықта көпкритерийлі оптимизациялау есебін формализацияланып, тұжырымдалады және алынған есепті тәсілдемесін сипатталатын болады. Зерттеу нысанының модельдері ретінде авторлардың алдыңғы зерттеулерінде, статистикалық және айқын емес ақпараттар негізінде құрылып, жарияланған математикалық модельдер жүйесі қолданылады (Orazbayev et al., 2020: 1021–1036; Assanova, 2023: 28–43; Assanova et al., 2023: 1–7). Бұл

жұмыстарда БКҚ кокстеу реакторлары мен негізгі ректификациондық колонна және қыздыру пештерінің математикалық модельдері түрлі қолжетімді ақпараттар, соның ішінде ШҚТ, эксперттерден алынған айқын емес ақпараттар негізінде құрылған. Атап айтқанда, кокстеу реакторының мақсаттық өнімі кокс пен қосымша алынатын мұнай өнімдері буларының шығысын анықтау үшін эксперименталдық-статикалық ақпараттар негізінде регрессиялық, статистикалық модельдер құрылған. Ал мақсаттық өнім, яғни кокстың сапа көрсеткіштері — кокстың күлділігі мен ұшаңдағы айқын емес ақпарат және модификацияланған регрессорларды тізбектей мқосу тәсілі негізінде айқын емес регрессорлық модельдер ретінде құрылған.

Ұсынылып отырған зерттеуде сипатталған кокстеу реакторларының статистикалық және айқын емес модельдері негізінде кокстеу реакторлары жұмысын көпкритерийлік және айқынсыздық жағдайында оптимизациялау бойынша шешім қабылдау есебі тұжырымдалып, оны шешу тәсілдемесі зерттеліп, ұсынылады.

Зерттеу мақсаты мен міндеттері және тәсілдері

Зерттеу жұмысының мақсаты — кокстеу реакторлары модельдері негізінде оның жұмыс режимдерін айқынсыздықта көпкритерийлі оптимизациялау есебін формализациялау, тұжырымдау және оны шешу тәсілдемесін ұсыну. Жұмыста бұл мақсатқа қол жеткізу үшін төменде келтірілген зерттеу міндеттері қойылып, шешілетін болады:

– кокстеу реакторлары жұмыс режимдерінің сапасын сипаттайтын критерийлер мен оларға әсер ететін реактордың кіріс, режимдік параметрлерін және зерттеу нысанының жұмыс режимін оптимизациялауда ескерілуі тиіс шектеулерді анықтау;

– зерттеу нысанының жұмыс режимдерін көпкритерийлік және айқынсыздық жағдайында оптимизациялау есебін формализациялау және математикалық қойылымын тұжырымдау;

– тұжырымдалған кокстеу реакторлары жұмыс режимдерін айқын емес шектеулер жағдайында тұжырымдалған көпкритерийлік оптимизациялау есебін түрлі оптималдық принциптері негізінде шешу тәсілдемесін құру.

Сонымен бұл зерттеуде бастапқы ақпараттың тапшылығы мен айқынсыздығы кезінде формалды эксперименталдық-статистикалық тәсілдер (Zhao et al., 2018: 152–166; Karmanov et al., 2019: 187; Douglas et al., 2021: 784–794), ал эксперттік айқын емес ақпаратты жинау, өңдеу және қолдану үшін формалсыз тәсілдер, яғни эксперттік бағалау мен айқын емес жиындар тәсілдері (Jorgensen, 2019: 37–60; Gutsykova, 2017: 278; Zimmermann, 2018: 525; Orazbayev, 2018: 398) қолданылады. Сонымен қатар жұмыста айқынсыздықта көпкритерийлі оптимизациялау есебін шешу тәсілдемесін жасақтау көпкритерийлік оптимизациялау (Kahraman, 2018: . 592–608, Volin, et al, 2017: 165–178) және түрлі оптималдық принциптері (Ostrovsky et al., 2019, 3412–3437; Ibrahim et al., 2018, 212–225) негізінде жүзеге асырылады. Зерттеуде аталған тәсілдер жүйелік тәсілдеме негізінде кешенді қолданылатын болады (Pavlov et al., 2019: 117–133).

Зерттеу нәтижелері

Бұл жұмыста көпкритерийлік оптимизациялау өндірістік нысанының жұмыс режимдерін бағалайтын бірнеше критерийлердің оптималды, мысалы максималды немесе минималды мәндерін, өндірісте орын алатын шектеулерді ескере отырып табу есебі ретінде қарастырылады. Сонымен өндірісте көпкритерийлік оптимизациялау тиімді шешімдер (Парето) жиынында қарама-қайшылықта болуы мүмкін критерийлер векторын біруақытта оптимизациялау процесі болып табылады. Мұндай есептерді шешкенде математикалық тұрғыдан оптималды шешім болмағандықтан, тиімді (компромисстік) шешімдер қабылданады да, бұл

есеп шешім қабылдау есебі деп аталады (Orazbayev et al., 2022: 164–185). Мұндай есепті жалпы түрде келесідей қоюға болады:

$$\min_{\mathbf{x} \in \Omega} \{ \mathbf{f}(\mathbf{x}) \} \quad (1)$$

мұндағы $\mathbf{f}(\mathbf{x})$ – компоненттері m локальды критерийлер болатын критерийлер, яғни өнімнің көлемі мен сапасын анықтайтын вектор

$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_m(\mathbf{x}))$; $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – нысанның жұмысының сапасына, яғни критерийлерге әсер ететін нысанның кіріс, режимдік параметрлері векторы. Сонда шешімдер векторы, бұл жұмыста нысанның тиімді кіріс,

режимдік параметрлері $\mathbf{x}^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ болып табылады. Ал Ω – бос емес жиынын (альтернативалдардың бастапқы жиыны), яғни нысанның технологиялық регламент бойынша рұқсат етілген облысы.

Сонымен көпкритерийлі оптимизациялау есептерінің мәні қойылған шектеулердің балаптарын орындай отырып, критерийлер векторлық тиімді мәнін қамтамасыз ететін кіріс, режимдік параметрлерін анықтау болып табылады. Жоғарыда атап көрсетілгендей тиімді шешімдер жиынында критерийлер өз-ара қайшылықта болатындықтан, «оптимизациялау» есепті қоюшы және шешім қабылдаушы тұлғаға (ШҚТ) критерийлердің мәндері өз-ара үйлесімді, тиімді (компромиссті) болатын шешімді табып, қабылдау керек.

Баяу коктеу қондырғысының коктеу реакторларының жұмыс сапасын, оларда өндірілетін өнімдердің көлемі мен мақсатты өнім, яғни кокстың сапа көрсеткіштерін бағалау үшін бірнеше критерийлер қолданылатындықтан, олар көпкритерийлі нысандарға жатады. Сонымен қатар өндірістік технологиялық нысандар параметрлерлерінің рұқсат етілген және тиімді мәндерін қамтамасыз ету үшін қосымша критерийлер, не шектеулер ол нысанның жұмыс режимдерін оптимизациялау кезінде ескерілуі қажет. БКҚ коктеу реакторларының тиімді жұмыс режимдерін таңдау мақсатында шешім қабылдау есептерін шешу үшін олардың, кіріс, режимдік және шығыс параметрлері арасындағы байланысты сипаттайтын математикалық модельдері қажет болады. Әдетте нысанның кіріс,

режимдік параметрлері жоғарыда сипатталған $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ векторы, ал шығыс параметрлері ретінде, нысанның шығысындағы өнімдердің көлемі мен сапасы, яғни критерийлер векторы $\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}), \dots, f_m(\mathbf{x}))$ алынатындықтан, модель кіріс, режимдік параметрлердің мәндеріне байланысты критерийлерді бағалауға мүмкіндік береді.

Жоғарыда келтірілген жалпы түрде (1) өрнегімен келтірілген көпкритерийлік есептің қойылымы математикалық тұрғыдан нақты емес, себебі онда көпкритерийлерді бір нүктеде қалай оптимизациялау керектігі ашылмаған. Сондықтан бұл зерттеуде өндірістік жағдайда айқынсыз шектеулермен сипатталатын коктеу реакторлары жұмыс режимдерін көпкритерийлік оптимизациялау есебі формализацияланып, нақты математикалық қойылымын тұжырымдаймыз.

Коктеу реакторлары жұмысының сапасы кокс, мұнай өнімдері булары шығысы мен кокстың сара көрсеткіштері: оның күлділігі мен ұшандығы сияқты бірнеше критерийлермен және кіріс, режимдік параметрлердің технологиялық регламент бойынша қабылдайтын мәндеріне тағы басқа шектеулерді ескере отырып анықталады. Сонымен қатар кокс сапа көрсеткіштері өндірістік жағдайларда тікелей өлшеуіш приборлармен анықталмайтықтан, олар ШҚТ, маман-эксперттер білімі, тәжірибесі, түйсігі негізінде атабиги тілде тұжырымдалып, бағаланады, яғни айқынсыздықпен сипатталвады. Сондықтан коктеу реакторлары жұмыс

режимдерін оптимизациялау есебін келесідей айқын емес ортада көпкритерийлік оптимизациялау (шешім қабылдау) есебі түрінде формализациялаймыз.

$\mathbf{f}(\mathbf{x}) = (f_1(\mathbf{x}), f_2(\mathbf{x}))$ – критерийлер, рет бойынша реакторлардың шығысындағы мұнай коксы мен мұнай өнімдері буларының көлемі; $\varphi_1(\mathbf{x})$ $\varphi_2(\mathbf{x})$ – кокс сапас көрсеткіштерін, сәйкесінше оның құлділігі мен ұшандығына стандарт бойынша қойылған «артығырақ», «кемірек» (\gtrsim, \lesssim) айқын емес нұсқаулармен сипатталатын шектеулер. Яғни $\varphi_q(\mathbf{x}) \gtrsim b_q, q = \overline{1, L}$, мұнда b_q берілген шектік мәндер, олар да айқын емес болуы мүмкін. Критерийлердің әр қайсысы кокстеу реакторларының кіріс, режимдік параметрлері векторы $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_5)$ x_1 – реактор кірісіндегі шикізат көлемі; x_2 және x_3 – реактор температурасы мен қысымы; x_4 – шикізаттың кокстену көрсеткіші, x_5 – рециркуляция коэффициенті.

Кіріс, режимдік параметрлерлерінің мәндері кокстеу реакторлары регламентімен анықталған шектік (минималды және максималды) мәндерімен анықталады, яғни олардың өзгеру интервалдарымен шектеледі:

$x_j \in \Omega = [x_j^{\min}, x_j^{\max}]$, $j = \overline{1, 5}$, мұнда x_j сәйкес кіріс, режимдік параметрлердің минималды, масималды мәндері. Қарастылған шектеулер айқын емес (\gtrsim, \lesssim, \cong) болуы мүмкін.

Кокстеу реакторларының тиімд жұмыс режимін таңдау процесі сол режимді қамтамасыз ететін $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_5)$ мәндерін анықтау бойынша шешім қабылдауды талап етеді. Мұндай шешім, қойылған шектеулердің талаптарын орындай отырып, таңдалған оптимизациялау критерийлерінің экстремалды мәндерін ШҚТ басымқылырын ескеру негізінде қамтамасыз етілуі тиіс.

Бастапқы ақпараттың айқынсыздығы және көпкритерийлік жағдайларында сипатталған есептің айқынсыздыққа модификациялай отырып, келесідей формализациялауға болады.

$\mu(\mathbf{x}) = (\mu_c^1(\mathbf{x}), \mu_c^2(\mathbf{x}))$ – ректор өнімдерінің көлемн бағалайтын нормалданған критерийлер векторы, ал $\varphi_q(\mathbf{x}) \gtrsim b_q, q = \overline{1, 2}$ – айқын емес нұсқаулар (инструкции) түріндегі айқынсыз шектеулер болсын. $\mu_q(\mathbf{x})$ $q = \overline{1, 2}$ – әр айқын емес шектеудің орындалуын бағалайтын тиістілік функциялары белгілі, не анықталады деп есептейміз. Сондай-ақ критерийлер $\tilde{\mathbf{a}} = (\gamma_1, \gamma_2)$ мен айқын емес шектеулердің $\tilde{\mathbf{\beta}} = (\beta_1, \beta_2)$ өз ара маңыздылықтарын бейнелейтін салмақ векторлары белгілі, не ШҚТ, эксперттер көмегімен анықталады деп санаймыз.

Сонда айқын емес ортада шешім кокстеу реакторларының тиімді жұмыс режимдерін таңдау есебінің математикалық қойылымын түрлі оптималдық принциптерін айқынсыздыққа модификациялау арқылы қоюға болады.

Мысалы, басты критерий (БК) және Парето оптималдық (ПО) принциптерін айқынсыздықта модификациялау арқылы айқын емес шектеулермен сипатталған кокстеу реакторларын көпкритерийлі оптимизациялау есебінің нақты математикалық қойылымын жалпы жағдайға келесідей жазуға болады:

$$\max_{\mathbf{x} \in X} \mu_c^1(\mathbf{x}) \quad (2)$$

$$X = \left\{ \mathbf{x} : \mathbf{x} \in \Omega \wedge \arg(\mu_C^i(\mathbf{x}) \geq \mu_R^i) \wedge \arg \max_{\mathbf{x} \in \Omega} \sum_{q=1}^l \beta_q \mu_q(\mathbf{x}) \wedge \sum_{q=1}^L \beta_q = 1 \wedge \beta_q \geq 0, i = \overline{2, m}, q = \overline{1, L} \right\}. \quad (3)$$

Бұл (2)–(3) қойлымында \wedge – байланысқан шарттардың барлығынын шынайы болуын талап ететін логикалық «және» белгісі; μ_R^i – шектеулерге ендірілетін $\mu_0^i(\mathbf{x}), i = 1, m$, локалды критерийлерінің ШҚТ, эксперттер арқылы анықталатын шекті мәндері. Біздің жағдайда $i = 2, q = \overline{1, 2}$.

Сонда локалды критерийлердің шектік мәндерін μ_R^i және шектеулердің маңыздылық векторын $\mathbf{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_L)$ өзгерте отырып, (2)–(3) есебі шешімінің жиынын алуға болады: $\mathbf{x}(\mu_R^i, \mathbf{\beta})$. Алынған шешімдер, яғни тиімді шешімдер жиынынан ең тиімдісін таңдау ШҚТ қатысуымен, оның өндірісте, өнімдер нарығында т.б. туындаған жағдайларға ШҚТ басымқылары ескеріле отырып таңдалады.

Бұл жұмыста тұжырымдалған (2)–(3) шешім қабылдау есебін шешу үшін модификацияланған БК (критерийлерге) және Парето оптималдық (шектеулерге) принциптеріне негізделген эвристикалық алгоритм құрылады. Бұл эвристикалық тәсілде ШҚТ оптимизацияланатын басты критерийді анықтайды, ал қалған критерийлер үшін олардың шектік мәндері тағайындайды. Ары қарай басты критерийден басқа критерийлер тағайындалған шектік мәндерін қанағаттандыратын шектеулер ретінде ескеріледі. Осылайша көпкритерийлік есеп, оны шешуді жеңілдету мақсатында, бір критерийлік оптимизациялау есебіне түрленеді. Сонымен қатар, бұл тәсілде айқын емес шектеулердің талаптары, олардың орындалуын бағалайтын

тиістілік функциялар $\mu_q(\mathbf{x}), q = \overline{1, L}$ мәндерімен қадағаланды. Ал ол шектеулердің өз ара маңыздылықтары, ШҚТ, эксперттер арқылы анықталған олардың салмақ ко-

эффициенттері $\beta_q \geq 0, q = \overline{1, L}$ арқылы ескеріледі.

Сонымен, айқын емес ортада тұжырымдалған (2)–(3) шешім қабылдау есебін шешу үшін БК және ПО принциптерін айқынсыздыққа бейімдеу негізінде жасақталған жалпы жағдайдағы БК+ПО эвритикалық тәсілі келесі негізгі қадамдардан тұрады.

БК+ПО эвритикалық тәсілі:

1. $p_q, q = \overline{1, L}$, яғни Әр q -ші координата бойынша қадамдардың саны мен $I_C = \{1, \dots, m\}$ – локалды критерийлердің басымқылар қатары анықталады. Басты критерий басымқысы 1-ші деп алынуы тиіс. Сонымен қатар шектеулердің маңыздылықтарынын анықтайтын салмақ векторы $\mathbf{\beta} = (\beta_1, \dots, \beta_L)$ ендіріледі.

2. ШҚТ, эксперттер арқылы басты критерийден басқа локалды критерийлерге, олардың шектік мәндері тағайындалады $\mu_R^i, i = \overline{2, m}$.

3. Шектеулердің салмақ векторы координаттарын өзгерту үшін қадам шамалары

$$h_q = \frac{1}{p_q}, p = \overline{1, L}.$$

формула арқылы есептеледі.

4. Алдыңғы қадамда есептелген h_q қадамыме $[0,1]$ интервалында координаттарын өзгерту арқылы q салмақ векторлары $\beta^1, \beta^2, \dots, \beta^N, N = (p_1 + 1)(p_2 + 1) \dots (p_l + 1)$ жиыны анықталады.

5. Айқын емес шектеулердің орындалуын бағалайтын термдер мен терм-жиын анықталып, әр термнің тиістілік функциялары тұрғызылады $\mu_q(\mathbf{x})$ $q = \overline{1, L}$.

6. X (3) жиынымен анықталатын шектеулерді ескере отырып басты

критерийді $\mu_0^i(\mathbf{x})$ (2) максимизацияланады. Ол үшін алынған есепті тиімді шешуге жарамды белгілі бір критерийлік шартты оптимизациялау тәсілдерін, мысалы айыппұл функциялары тәсілін қолдануға болады. Нәтижесінде келесі ағымдағы шешімдер анықталады: $\mathbf{x}(\mu_R^i, \mathbf{\beta})$;

$$\mu_C^1(\mathbf{x}(\mu_R^i, \mathbf{\beta})), \mu_C^2(\mathbf{x}(\mu_R^i, \mathbf{\beta})), \dots, \mu_0^m(\mathbf{x}(\mu_R^i, \mathbf{\beta})), \mu_1(\mathbf{x}(\mu_R^i, \mathbf{\beta})), \dots, \mu_L(\mathbf{x}(\mu_R^i, \mathbf{\beta})), i = \overline{2, m}.$$

7. Алдыңғы қадамда алынған ағымдағы шешімдер ШҚТ-ға ұсынылады. Егер ағымдағы шешімдер ШҚТ-ны қанағаттандырмаса, онда ол шешімдерді жақсарту мақсатында $\mu_R^i, i = \overline{2, m}$ және/немесе β мәндеріне өзгерістер енгізеді. Содан кейін жақсы шешімдер алу үшін 3-ші қадамнан бастап есепті шешу қайтала-нады. Басқаша жағдайда, яғни алынған ағымдағы шешім ШҚТ-ны қанағаттандарса келесі 8 қадамға өту.

8. Шешімді жақсарту процесі тоқтатылады да, тиімді болып саналатын ШҚТ таңдаған соңғы шешімдер шығарылады:

$\mu_C^1(\mathbf{x}^*(\mu_R^i, \mathbf{\beta}))$ – басты критерийдің масималды мәні;

$\mu_C^1(\mathbf{x}^*(\mu_R^i, \mathbf{\beta})), \dots, \mu_C^m(\mathbf{x}^*(\mu_R^i, \mathbf{\beta}))$ – шектік мәндерін қанағаттандырытын қалған критерийлер мәндері:

$\mu_1(\mathbf{x}^*(\mu_R^i, \mathbf{\beta})), \dots, \mu_L(\mathbf{x}^*(\mu_R^i, \mathbf{\beta}))$ – айқын емес шектеулердің максималды орын-далуында қамтамасыз ететін кіріс, режимдік параметрлердің оптималды мәндері $\mathbf{x}^*(\mu_R^i, \mathbf{\beta})$.

Шешім қабылдау есебін айқынсыздықта шешу үшін ұсынылған эвристикалық тәсіл көп критерийлердің ішінен ең бастысын анықтау және айқын емес шектеулердің маңыздылықтарыен анықтайтын салмақ коэффициенттерін ШҚТ енгізе алатын жағдайда тиімді қолданылады. Ал басқа жағдайларда қандай ақпараттардың қолжетімділігіне және өндірісте, нарықта орын алған жағдайларға байланысты басқав оптималдық принциптері айқынсыздыққа модификациялау отырып, сипатталған тәсілдеме негізінде шешім қабылдау есептерін тұжырымдап, оларды шешу эвристикалық тәсілдерін жасауға болады.

Нәтижелерді талқылау

Айқын емес шектеулері бар көпкритерийлік оптимизациялау есептері басты критерий және Парето оптималдық принциптеріен айқынсыздыққа модификациялау арқылы айқын емес ортада шешім қабылдау есебі ретінде тұжырымдалған. Детерминдік жағайда белгілі оптимизациялау принциптеріен айқынсыздыққа бейімдеу үшін, айқын критерийлер $[0, 1]$ интервалында өзгеретіндей нормалданған. Ал айқын емес шектеулер олардың орындалу деңгейін сипаттайтыен тиістілік функциялары арқылы ескеріледі.

Басты критерий және Парето оптималдық принциптерін айқынсыздықта модификациялау нәтижесінде айқын емес шектеулермен сипатталған кокстеу реакторларын көпкритерийлі оптимизациялау есебінің нақты математикалық

қойылымы (2)–(3) жалпы жағдайға, яғни m критерий мен L айқын емес шектеу үшін тұжырымдалған. Зерттеу нысаны, яғни кокстеу реакторлары жұмыс режимдерін оптимизациялау есебінде, $m=2$; $L=2$ деп қабылданады.

Нақты математикалық қойылымы алынған айқынсыздықта шешім қабылдау есебін шешу үшін ұсынылған эвристикалық тәсіл ШҚТ білімін, тәжірибесін шығармашылық қабілетін қолдануға негізделген. Бұл тәсіл итеративті тәсіл болып табылады және ШҚМ мен компьютер арасындағы ақпарат алмасуы арқылы шешімді итеративті жақсартуға мүмкіндік береді. Ұсынылған эвристикалық тәсілдің 6-қадамында модификацияланған оптималдық принциптері арқылы алынған біркритерийлік есепті тиістілік функциялар арқылы формализациялаған соң, біркритерийлік шартты оптимизациялаудың белгілі тәсілдерін қолдануға болады. Оптимизациялау процесі ШҚТ мен әзірленген эвристикалық тәсіл программалық жүзеге асырылған компьютер арасында диалогты режимде итерациялық жолмен орындалады.

ШҚТ-ны қанағаттандырытын және ол қабылдаған соңғы ең тиімді шешім ретінде келесі нәтижелер шығарылады: $\mathbf{x}^*(\mu_R^i, \mathbf{B})$ – басты критерийдің максималды, ал қалған критерийлердің шектік мәндерін қанағаттандырытын және айқын емес шектеулердің орындалуын сираттайтын тиістілік функцияларының максималды мәндерін қамтамасыз ететінкіріс, режимдік параметрлердің мәндері.

Қорытынды

Бұл зерттеу жұмысында БКҚ кокстеу реакторлары мысалында айқынсыздықпен сипатталатын өндірістік нысандардың жұмыс режимдерін көпкритерийлік оптимизациялау есебінің математикалық қойылымы тұжырымдалып, оны шешу эвристикалық тәсілі ұсынылған.

Жұмыста алынған негізгі зерттеу нәтижелерін келесідей қорытындылауға болады:

1) Зерттеу нысаны БКҚ кокстеу реакторлары мысалында айқынсыздықпен сипатталатын өндірістік нысандардың тиімді жұмыс режимдерін анықтауда туындайтын мәселелер талқыланып, оларды шешу жолдары қарастырылған;

2) Кокстеу реакторлары жұмыс режимдерінің сапасын сипаттайтын критерийлер мен оларға әсер ететін реактордың кіріс, режимдік параметрлері және реакторлардың жұмыс режимін оптимизациялауда ескерілуі тиіс шектеулер анықталған;

3) Зерттеу нысаны мысалында күрделі өндірістік нысандардың жұмыс режимдерін көпкритерийлік және айқынсыздық жағдайында оптимизациялау есебі формализацияланып, математикалық қойылымы тұжырымдалған;

4) Тұжырымдалған кокстеу реакторлары жұмыс режимдерін айқын емес шектеулер жағдайында тұжырымдалған көпкритерийлік оптимизациялау есебі Басты критерий және Парето оптималдық принциптерін айқынсыздыққа модификациялау негізінде шешу тәсілі құрылып, сипатталған.

Зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады (грант №AP19679897 «Мұнай коксын өндіру процесін басқару үшін интеллектуалдандырылған шешім қабылдау жүйесін әзірлеу»).

REFERENCES

Assanova B., Orazbayev B., Moldasheva Zh, Shuitenov G., Dyussemina E. (2023). Methodology for developing models of interrelated technological units of a delayed coking unit on the basis of available information of a different nature // — *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Physico-Mathematical series*. 2023. — Vol. 3. — № 347. — Pp. 28–43 — <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.202> (In Kaz).

Assanova B., Orazbayev B., Shangitova Zh., Moldasheva Zh., Orazbayeva K. (2023). Development of Coke Chambers Models of Delayed Coking Unit under uncertain initial // International Symposium on Innovative Approaches in Smart Technologies. — Ankara, Turkey, 2023. — Nov 23–25, 2023. — Pp. 1–7. 2023. (in Eng).

Douglas A.M. and Danny A.M. (2021). Statistical Methods in Experimental Pathology: A Review and Primer. The American Journal of Pathology. 2021. — Vol. 191. — No 5. — Pp. 784–794. — <https://doi.org/10.1016/j.ajpath.2021.02.009>. (in Eng).

Gutsykova S.V. (2017). Method of expert assessments. Theory and practice. — Moscow, RAS Publishing House. 2017. — 278 p. — ISBN: 978-5-9270-0209-2. (In Rus.)

Ibrahim D., Jobson M., Li J., Guillen-Gosalbez G. (2018). Optimization-based design of crude oil distillation units using surrogate column models and a support vector machine // Chemical engineering research & design, 2018. — Vol. 134. — Pp. 212–225. (in Eng).

Jorgensen M. (2019). A Review of Studies on Expert Estimation of Software Development Effort. Journal of Systems and Software. 2019. — V.70. — Pp.37–60. (in Eng).

Kahraman C. (2018). Fuzzy Multi-Criteria Decision Making. Theories and Applications with Recent Developments. — New York, Springer, 2018. — Pp. 592–608. (in Eng).

Karmanov F.I. Ostreykovsky V.A. (2019). Statistical methods for processing experimental data using the MathCad package, — M.: Radio and Communications. 2019. — 187 p. — ISBN: 978-5-905554-96-4. (In Rus.)

Kolesnik A. (2022). Tebiz Group Analysis of the petroleum coke market in Kazakhstan. — 65 p. 2022. — <https://tebiz.ru/assets/pdf/mi/analiz-rynka-neftyanogo-koksa-v-kazahstane.pdf> (In Rus.)

Moritz Bob. PwC Global Annual Review 2021. — № 2. — Pp. 25–33. (in Eng).

Orazbayev B.B., Assanova B., Bakiyev M., Krawczyk J., Orazbayeva K. (2020). Methods of model synthesis and multi-criteria optimization of chemical-engineering systems in the fuzzy environment // Journal of Theoretical and Applied Information Technology 31st March. 2020. — Vol.98. — No 06. — Pp. 1021–1036. (in Eng).

Orazbayev B.B., Moldasheva Zh.Zh., Assanova B.U., Iskakova S.Sh., Orazbayeva K.N. (2022). Development of a heuristic method for solving the decision-making problem to control the operating modes of oil pipeline units // — *News of the academy of sciences of the republic of Kazakhstan al-Farabi Kazakh National University. Series information technology*. — 3 (343) 2022. — Pp.164–185. — https://doi.org/10.32014_2518-1726_2022_343_3_71-90

Orazbayev B.B. (2018). Theory and practice of fuzzy set methods. — Almaty: Bastau, 2018. — 398 p. (In Rus.)

Ostrovsky G.M., Ziyatdinov N.N., Lapteva T.V., Silvestrova A. (2019). Optimization of Chemical Process Design with Chance Constraints by an Iterative Partitioning Approach // — *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2019. — Vol. 54. — no. 13. — Pp. 3412–3437. (in Eng).

Pavlov S.Yu., Kulov N.N., Kerimov R.M. (2019). Improvement of Chemical Engineering Processes Using Systems Analysis // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*, 2019. — Vol. 53. — no. 2. — Pp. 117–133. (in Eng).

Shakirzyanova G.I., Sladovskaya O.Yu., Sladovsky A.G. (2019). Delayed coking as an effective technology for deepening oil refining. — M.: Chemistry, — 2nd ed. 2019. — 347 p. (in Rus.)

Tuleuov Zh.N., Suleimenov D. (2018). Technological regulations for the delayed coking unit DCU 21–10/6 of the Atyrau Refinery: — Atyrau: Atyrau University of Oil and Gas, 2018. — 217 p. (In Rus.)

Valyavin, G.G., Zaporin, V.P., Kalimullin, T.I. (2020). Delayed coking process and production of application-specific petroleum cokes. — Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publishing House, 2020. — 135 p. (In Rus.)

Volin Yu.M., Ostrovsky G.M. (2017). Multicriteria optimization of technological processes in conditions of uncertainty // *Automation and Remote Control*, 2017. — Vol. 53. — no. 3. — Pp. 165–178. (in Eng).

Zhi-Wen Zhao, De-Hui Wang (2018). Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model // *Mathematical and Computer Modelling*, 2018. — V.56. — № 3. — Pp.152–166. (in Eng).

Zimmermann H.-J. (2018). Fuzzy Set Theory – and Its Applications. Springer Science+Business Media, LLC. Fifth Edition 2018. — p.525. — ISBN: 978-94-010-3870-6. (in Eng).

Ryzhov A.P. (2017). Fuzzy set theory and its applications. — Moscow: Moscow State University. 2017. — 278 p. — ISBN: 978-3-540-70777-6. (In Rus.)

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 269–284
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.282>

© G.A. Saltanova, K.B. Bagitova*, G.A. Dasheva, M.E. Shangitova, E.G. Gaisina,
2024

Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan.

E-mail: KBBagitova@gmail.com

**DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED
UNIVERSITY LIBRARY INFORMATION SYSTEM: INFORMATION
RESOURCE MANAGEMENT OPTIMIZATION AND EFFECTIVE USER
SERVICE PROVISION**

Saltanova Galiya Aisieвна — Cand.ph.-m.s., Associate professor, Computer science department of the Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: g.saltanova@asu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5819-2744>;

Bagitova Kalamkas Bagitovna — Ph.D., Associate professor, Computer science department of the Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: kbbagitova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1587-1995>;

Dasheva Gulzada Amangalyevna — master, senior lecturer, Computer science department of the Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: gulzadadasheva2@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-5957-6702>;

Shangitova Malika Yerbolatovna — master, lecturer of Computer science department of the Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: malikashangitova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-1746-6903>;

Gaisina Elvira Gaisakzy — master, senior lecturer, Computer science department of the Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: egaissina@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-4635-4573>.

Abstract. The work is devoted to the development of an automated information system for the university library. In the context of rapidly developing technologies and the growing need for effective information management, the creation of such a system becomes a necessity. The goal of the project is to improve the efficiency of the library by automating basic processes, such as book accounting, organizing access to information, managing subscriber data and providing a convenient interface for users. To achieve this goal, it is planned to implement the following functionality: accounting and systematization of the book fund, an electronic catalog, the ability to online order and preview books, automated management of subscriber data and control over the issuance of literature. The development of this system involves the use of modern programming methods and databases, as well as considering the needs and characteristics of a particular library and its users. As a result of successful implementation of the project, it is expected to increase the efficiency of the library, improve access to information and meet the needs of users.

Keywords: library processes automation, digital catalogue, library database, university library, IoT, artificial intelligence, machine learning

© Г.А. Салтанова, К.Б. Багитова*, Г.А. Дашева, М.Е. Шангитова, Э.Г. Гайсина, 2024

Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан.

E-mail: KBBagitova@gmail.com

УНИВЕРСИТЕТ КІТАПХАНАСЫНЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЕНГІЗУ: АҚПАРАТТЫҚ РЕСУРСТАРДЫ БАСҚАРУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУШЫЛАРҒА ТИІМДІ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ

Салтанова Галия Айсиевна — ф.-м.ғ.к., Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің «Информатика» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Атырау, Қазақстан

E-mail: g.saltanova@asu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5819-2744>;

Багитова Каламқас Багитовна — Ph.D., Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің «Информатика» кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., Атырау, Қазақстан

E-mail: kbbagitova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1587-1995>;

Дашева Гульзада Аманғалиевна — магистр, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің «Информатика» кафедрасының аға оқытушысы, Атырау, Қазақстан

E-mail: gulzadadasheva2@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-5957-6702>;

Шангитова Малика Ерболатовна — магистр, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің «Информатика» кафедрасының оқытушысы, Атырау, Қазақстан

E-mail: malikashangitova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-1746-6903>;

Гайсина Эльвира Гайсақызы — магистр, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің «Информатика» кафедрасының аға оқытушысы, Атырау, Қазақстан

E-mail: egaissina@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-4635-4573>.

Аннотация. Аталмыш жұмыс университет кітапханасының автоматтандырылған ақпараттық жүйесін әзірлеуге арналған. Қарқынды даму үстіндегі технологиялар және тиімді ақпаратты басқару қажеттілігінің артуы жағдайында мұндай жүйені құру қажеттілікке айналады. Жобаның мақсаты – кітапты есепке алу, ақпаратқа қол жеткізуді ұйымдастыру, абоненттік деректерді басқару және пайдаланушылар үшін ыңғайлы интерфейсті қамтамасыз ету секілді негізгі процестерді автоматтандыру арқылы кітапхана қызметінің тиімділігін арттыру. Осы мақсатқа жету үшін келесі функционалдық мүмкіндіктерді жүзеге асыру жоспарлануда: кітап қорын есепке алу және жүйелеу, электронды каталог, кітаптарға онлайн тапсырыс беру және алдын ала қарау мүмкіндігі, абоненттік мәліметтерді автоматтандырылған басқару және әдебиеттердің берілуін бақылау. Бұл жүйені әзірлеу қазіргі заманауи бағдарламалау әдістерін және мәліметтер қорын қолдануды, сондай-ақ белгілі бір кітапхана мен оны пайдаланушылардың қажеттіліктері мен сипаттамаларын ескереді. Жобаны сәтті жүзеге асыру нәтижесінде кітапхана жұмысының тиімділігін арттыру, ақпаратқа қолжетімділікті жақсарту және пайдаланушылардың сұранысын қанағаттандыру күтілуде.

Түйін сөздер: кітапханалық процестерді автоматтандыру, электронды каталог, кітапханалық деректер қоры, университет кітапханасы, IoT, жасанды интеллект, машиналық оқыту

© Г.А. Салтанова, К.Б. Багитова*, Г.А. Дашева, М.Е. Шангитова,
Э.Г. Гайсина, 2024

Атырауский университет имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан
E-mail: KBBagitova@gmail.com

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УНИВЕРСИТЕТСКОЙ
БИБЛИОТЕКИ: ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ
РЕСУРСАМИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ**

Салтанова Галия Айсиевна — к.ф.-м.н., ассоциированный профессор кафедры «Информатика»
Атырауского университета имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан

E-mail: g.saltanova@asu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-5819-2744>;

Багитова Каламкас Багитова — Ph.D., и.о. ассоциированного профессора кафедры
«Информатика» Атырауского университета имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан
E-mail: kbbagitova@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1587-1995>;

Дашева Гульзада Амангалиевна — магистр, старший преподаватель кафедры «Информатика»
Атырауского университета имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан
E-mail: gulzadadasheva2@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-5957-6702>;

Шангитова Малика Ерболатовна — магистр, преподаватель кафедры «Информатика»
Атырауского университета имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан
E-mail: malikashangitova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-1746-6903>;

Гайсина Эльвира Гайсақызы — магистр, старший преподаватель кафедры «Информатика»
Атырауского университета имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан
E-mail: egaissina@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-4635-4573>.

Аннотация. Данная работа посвящена разработке автоматизированной информационной системы для библиотеки университета. В контексте быстро развивающихся технологий и растущей потребности в эффективном управлении информацией создание такой системы становится необходимостью. Целью проекта является повышение эффективности работы библиотеки путем автоматизации основных процессов, таких как учет книг, организация доступа к информации, управление абонентскими данными и обеспечение удобного интерфейса для пользователей. Для достижения поставленной цели предполагается реализация следующих функциональных возможностей: учет и систематизация фонда книг, электронный каталог, возможность онлайн-заказа и предварительного просмотра книг, автоматизированное управление абонентскими данными и контроль за выдачей литературы. Разработка данной системы предполагает использование современных методов программирования и баз данных, а также учет потребностей и особенностей конкретной библиотеки и ее пользователей. В результате успешной реализации проекта ожидается повышение эффективности работы библиотеки, улучшение доступа к информации и удовлетворение потребностей пользователей.

Ключевые слова: автоматизация библиотечных процессов, электронный каталог, база данных библиотеки, университетская библиотека, IoT, искусственный интеллект, машинное обучение

Кіріспе

Жаңа ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуы студенттер мен педагогикалық ұжым үшін кітапхана ақпараттық қызмет көрсету сапасын арттыру мәселесінің өзекті болуын, сол арқылы білім берудің жаңа сапасына қол жеткізуді айқындайды. Заманауи университет кітапханасының табысты жұмыс істеуі кітапханалық процестер мен кітапхана жұмыс істейтін бағдарламалық қамтамасыз етуді автоматтандыруға байланысты.

Кітапхана қызметін автоматтандыру ақпараттық қоғам дамуының қазіргі және перспективалы бағыттарының бірі болып табылады. Заманауи автоматтандырылған кітапхана ақпараттық жүйесін (КАЖ) дамыту білім беру мекемесінің тиімді жұмыс істеуіне ықпал етеді, сонымен қатар ақпараттық ресурстарға сапалы түрде, жаңа деңгейде қолжетімділікті қамтамасыз етеді. Сәйкесінше Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің кітапхана автоматтандырылған ақпараттық жүйесін әзірлеу арқылы кітапхана процестерін автоматтандыру, оқырман сұранысын қанағаттандыру дәлдігі мен толықтығын арттыру мақсатында кітапхана қызметкерлерін қол еңбегінен ішінара немесе толық босатып, технологиялық кітапханалық-библиографиялық процестерде техникалық құралдар мен автоматтандыру жүйелерін қолдану зерттеу жұмысының мақсатын ақылдайды.

Осы мақсатқа жету үшін ақпараттық жүйені құру барысында келесі міндеттерді шешу жоспарлануда:

- университет кітапханаларының автоматтандырылған жүйелер жұмысын талдау;

- мүдделі тараптарды талдау матрицасын құру;

- АУ кітапхана ақпараттық жүйесін жобалау;

- ғылыми кітапханалық әдебиеттер базасынан мәліметтерді жинау және талдау модулін әзірлеу;

- мәліметтерді жүйелеу және сақтау модулін әзірлеу;

- мәліметтерді беру тәсілдері мен формаларын дайындау;

- тұтынушыларға қызмет көрсету модулін әзірлеу;

- аналитикалық мәліметтерді шығару модулін әзірлеу;

- пайдалану нұсқауларын және ақпараттық жүйені әзірлеу;

- ААЖ жұмысын сараптамалық тексеру (іске қосу);

- зерттеу нәтижелерін өңдеу, сараптама нәтижелері бойынша өзгерістер мен толықтырулар енгізу, ААЖ соңғы нұсқасын ұсыну.

Университет кітапханалары үшін автоматтандырылған ақпараттық жүйелерді әзірлеу және енгізу қазіргі заманғы кітапхана саласындағы маңызды және өзекті бағыт болып табылады. Мұндай жүйелер ақпаратқа қолжетімділікті жақсартуға, кітапханалық процестерді оңтайландыруға және пайдаланушыларға қызмет көрсету сапасын жақсартуға көмектеседі. Зерттеу барысында отандық және шетелдік ғалымдардың еңбектеріне шолу жасалды. Бұл шолуда біз бар зерттеулер мен практикалық тәжірибе негізінде осы тақырыптың бірнеше негізгі аспектілерін қарастырдық.

(Ahmad және т.б., 2021) қазіргі сұранысқа сәйкес келетін бірнеше программалық өнімдерді, яғни Virtua, Alice for Windows, SOUL, and LIBSYS бағдарламалық құралдарына талдау жүргізіп, олардың бағдарламалық пакеттерінің

мүмкіндіктері, таңдалған бағдарламалық пакеттер қолдау көрсететін модульдері, барлық таңдалған бумалардың жалпы модульдерінің маңызды мүмкіндіктеріне толық әрі нақты талдау жасаған.

Қазіргі заманда ақпарат мөлшерінің көптігі әртүрлі салада, соның ішінде кітапхана жүйесінде де жасанды интеллектіні қолдануды талап ететін секілді. Мұндай эксперименттік жұмыс (Xun, 2024), (Fatema және т.б., 2022) еңбектерінде талданып, жазылған. Жасанды интеллект технологиясы, соның ішінде машиналық оқыту көмегімен кітапхана – ақпараттық жүйесіндегі кітап бейнесінің кескін сипаттамаларын талдап, автоматты түрде танып, табу әдісі кітапхана қызметкерлері мен оқырмандар үшін қажетті кітапты табуды тездетеді.

Осы уақытқа дейін Интернет заттар технологиясын қолдана отырып, кітапханаларды интеллектуалды дамыту үшін әртүрлі архитектуралар ұсынылды. Соның бір мысалын (Zhou, 2024) жұмысынан байқауға болады. Бұл зерттеу IoT және SDN негізіндегі смарт кітапханалардың жаңа архитектурасын ұсынады. SDN пайдалану әртүрлі аспектілерден ұсынылған архитектураның икемділігін арттырады және объектілерді олардың барлық функционалды аспектілерінде интеллектуалды ету мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Бұл әдіс кітапханаларда орындалатын барлық әрекеттерді ретке келтіруге тырысады, мысалы: кітаптарды іздеу, ұсыныстар алу, кітаптарды алу және қайтару, мүшенің аутентификациясы және т.б. Ұсынылған архитектура шағын және үлкен кітапханалар үшін арзан, масштабталатын коммуникациялық құрылымды қалыптастыруда тиімді иерархиялық топологияны құрудың жаңа механизмін жүзеге асырады.

(Ramkumar және т.б., 2020; Desai және т.б., 2020) жұмыстарында Интернет заттарына негізделген кітапхананы басқарудың интеллектуалды архитектурасы ұсынылды. Бұл архитектура қатысушыларды анықтау үшін пассивті RFID тегтерін пайдаланады және штрих-код оқу құралы бар дерекқорда белгілі бір мерзімге алынған және қайтарылған кітаптарды сақтайды. Ал (Fu, 2020) блокчейн және биометриялық аутентификация технологияларының комбинациясы сымсыз желіге негізделген кітапханаларды жақсарту үшін пайдаланылды. Бұл модель қатысушылардың түпнұсқалығын растау үшін саусақ пен тамырдың биометриялық жүйесін пайдаланады.

Кітапхана – ақпараттық автоматтандырылған жүйелеріне шолу:

1. «MegaPro» КААЖ. Жүйе 2011 жылы келесі мәселелерді шешу үшін әзірленді:

- кітапхананы кешенді автоматтандыруды, электронды кітапханалар мен электрондық ақпараттық жүйелерді бірыңғай кешенді шешім шеңберінде құру мүмкіндігін қамтамасыз ету;
- пайдаланушыларға кітапхана ресурстарымен және қызметтерімен жұмыс істеу үшін тиімді жағдай жасау;
- кітапхананың ішінде және одан тыс басқа ақпараттық жүйелермен және қызметтермен өзара әрекеттесу.

Жүйе библиографиялық мәліметтер базасында көп нұсқалы іздеуді және толық мәтінді құжаттардың мазмұны бойынша іздеуді қамтамасыз етеді.

2. «IC: Кітапхана» КААЖ. 2011 жылы «IC: Кітапхана» жұмыс функцияларын автоматтандыру және оқырмандарға қызмет көрсетудің кешенді жүйесі шығарылды.

Бағдарламалық өнім жинақтау, каталогтау, есепке алу, қорды жаңарту және сақтау, оқырмандарға қызмет көрсету және есептерді шығарудың жұмыс процестерін автоматтандыруға мүмкіндік береді.

«Оқырман» ішкі жүйесін пайдалана отырып, пайдаланушылар кітаптарды өз бетінше іздеп, тапсырыс бере алады, сондай-ақ электронды басылымдарды онлайн оқи алады.

«1С:Кітапхана» ұлттық RUSMARC кеңейтілуін қолдайды, деректерді MARC кеңейтілуіне экспорттайды және импорттайды, сонымен қатар Excel бағдарламасынан импорттайды.

Бағдарлама мамандарға бағдарламашының көмегінсіз өз бетінше библиографиялық жазбаларға, каталог карталарына шаблондарды реттеуге және анықтамалықтарды жасауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, 1С:Кітапхана одақтық каталог серверінен библиографиялық жазбаларды алу механизмін жасады.

Жүйе коллекциясы 150 мың данадан аспайтын колледждердің, университеттердің немесе олардың филиалдарының және басқа оқу орындарының кітапханалары үшін өте қолайлы.

Оның негізінде «1С: ПРОФ кітапханасы» басылымдар даналарының санына және ақпараттық базаға шектеусіз библиографиялық деректердің таратылған интеграцияланған каталогтауының жаңа құралдарымен әзірленді. Жинағы 150 мың данадан асатын кітапханалар үшін қолайлы (Булычева, 2016).

3. Қазақстандағы көптеген кітапханалардағы кітапхана жұмысын автоматтандыру жағдайы негізінен жергілікті автоматтандырылған жүйелерді (РАБИС, ИРБИС, КАБИС) қолданумен сипатталады.

Кітапхана технологияларын, оның ішінде библиографиялық процестерді автоматтандыру қазіргі заманның объективті шындығы болып табылады. Бүгінгі таңда кітапханалардың жаңа ақпараттық технологияларды меңгеруде әлдеқайда алға озған пайдаланушылардың білім деңгейінен қалып қоюға құқығы жоқ. Пайдаланушылар қолмен өңдеуге болмайтын күрделі сұрауларды алуда. Пайдаланушыға оның қандай кітапхана екені маңызды емес — үлкен немесе кіші, ең бастысы, кітапхана ақпаратты тек деректі түрде ғана емес, электронды түрде де беруі керек және бере алады.

1992 жылдан бастап Қазақстан Республикасының Ұлттық кітапханасы КААЖ (Кітапхана автоматтандырылған ақпараттық жүйе) бағдарламасын пайдалана отырып, электрондық каталогты құру бойынша жұмысты бастады, ол тек мәліметтер қорын құру процесін, яғни шын мәнінде тек электрондық каталогты құруды қамтыды. Кейінірек, 1997 жылы Қазақстан Республикасы Ұлттық Банкі жанындағы компьютерлендіру орталығы РКААЖ (Республикалық кітапхана автоматтандырылған ақпараттық жүйесі), халықаралық USMARC форматына және МБС кітапханасына сәйкес барлық талаптарды ескере отырып, жаңа Windows нұсқасы әзірледі.

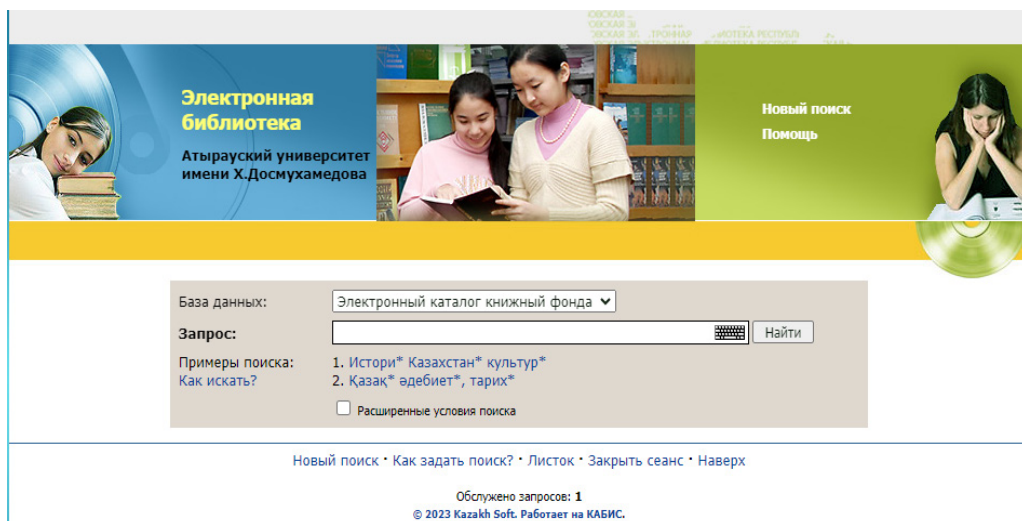
РКААЖ жүйесінің мүмкіндіктері кең, ол Windows98 операциялық жүйесінің кез келген жергілікті желіде жұмыс істейді. РАКАЖ толық мәтінді және гипермәтіндік деректер қорын құруды қолдайды, бұл пайдаланушыға интернет арқылы әлемнің кез келген нүктесінен құжаттардың толық мәтіндерімен және олардың аудио-бейне интернет қосымшаларымен жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Бұл ретте кітапхана өзінің электрондық ресурстарына рұқсатсыз кіруден барынша

қорғауды қамтамасыз етеді.

ҚКААЖ (Қазақ кітапхана автоматтандырылған ақпараттық жүйесі) Kazakh Soft компаниясымен әзірленген және Қазақстанның көптеген кітапханаларында қолданылады. Жүйенің айрықша белгілері ретінде мыналарды атап өтуге болады: тез үйрену қабілеті, интерфейстің ыңғайлылығы, салыстырмалы төмен құны, қазақ тіліне қолдау көрсету, қазақ әліпбиіндегі каталогты сұрыптауға және қазақ тілінде емлесін тексеруге дейін, код сенімділігі, орнату және басқарудың қарапайымдылығы.

ҚКААЖ әртүрлі деңгейдегі кітапханаларда қолданылады. ҚКААЖ – де жұмыс істейтін кітапханалардың көпшілігі бұрын кітапханалық бағдарламаларды пайдаланбаған және электронды каталогтарды құруды енді бастады. Бірақ кейбір пайдаланушылар РКААЖ, ИКАЖ сияқты басқа кітапханалық жүйелерден ауысты.

2018 жылдан бастап Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің ғылыми кітапханасына «ҚКААЖ» электронды кітапхана бағдарламасы енгізілді. Жаңадан түскен кітаптарды, мерзімді басылымдарды және оқу-әдістемелік кешендерді енгізуден басқа, бағдарлама жаңа түскен тізімдерді жасауға және пайдаланушыға қажетті құжаттарды тек бірнеше критерийлер бойынша іздеуге мүмкіндік береді: автор, тақырып, тақырыптан сөз, тақырып аймағы бойынша.



Сурет 1 – ҚКААЖ (КАБИС) электронды кітапханасының интерфейсі

Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің ҚКААЖ келесі міндеттерді шешуі керек:

- кітапханада бар барлық құжаттар туралы ақпараттың сақталуын қамтамасыз ету (кітаптар, мерзімді басылымдар, аудиовизуалды құжаттар және т.б.);
- құжаттардың түсуін, қозғалысын немесе жойылуын тіркеуді қоса алғанда, кітапхана қорының қозғалысын есепке алуды автоматтандыру;
- электрондық құжаттарды сақтауды ұйымдастыру және оларды оқырмандарға ұсыну мүмкіндігін қамтамасыз ету;
- ақпараттық жүйеде сақталатын бухгалтерлік ақпараттың тұтастығын, сенімділігін және толықтығын қамтамасыз ету;

• жүйеде бар деректер негізінде кітапханалық құжаттаманы автоматтандырылған қалыптастыруды қамтамасыз ету;

Мақсатқа жету және қойылған міндеттерді шешу үшін жүйенің жұмыс істеуі келесі принциптерге негізделуі керек:

• ақпараттық жүйе уақыттың әрбір нүктесінде қамтитын пәндік саланың жағдайын толық және дұрыс түрде көрсету мүмкіндігі;

• ақпаратты бір реттік енгізу ережелерін сақтай отырып, ақпаратты жинау және өңдеу процедураларының қайталануын жою және ақпараттық жүйенің өзі арқылы нақты уақыт режимінде өңдеуді қамтамасыз ету;

• ыңғайлы, эргономикалық және интуитивті пайдаланушы интерфейсін ұйымдастыру арқылы пайдаланушыға ыңғайлылықты қамтамасыз ету;

• ақпараттық жүйенің үздіксіз және сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету. «Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті» КеАҚ ғылыми кітапханасының негізгі қызметі:

• ақпараттық ресурстарды қалыптастыру;

• пайдаланушы қызметі;

• қорларды ұйымдастыру және олардың сақталуын қамтамасыз ету.

Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің ғылыми кітапханасының қоры 696 708 данадан асады. Кітапхана жыл сайын 151-ден астам мерзімді басылымдарды алады.

Кітапханада 3 бөлім бар: кітаптарды алу және өңдеу бөлімі, оқырмандарға әдебиетпен қызмет көрсету бөлімі (абонемент) және оқу залы. Кітапхана оқырмандарына әдебиеттерді тарату пункттерінде дифференциалды түрде қызмет көрсетіледі: 2 абонементте және 4 оқу залында. Кітапхананың 810 данадан астам көркем қоры бар, яғни сирек және құнды кітаптар.

Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің ғылыми кітапханасын автоматтандыру еңбек өнімділігін арттыруға, өнім сапасын жақсартуға, басқару процестерін оңтайландыруға, адамдарды күнделікті қажетсіз жұмыстан босатуға мүмкіндік береді. Автоматтандыру, ең қарапайым жағдайларды қоспағанда, мәселені шешуге кешенді, жүйелі көзқарасты талап етеді.

Кітапхана жұмысын автоматтандыруда кітапхана қызметкерлерінің жұмыс үстелі мен оқу орындарына компьютерлерді орнатумен байланысты және кітапхана қызметкерлерін күнделікті жұмыстардан, жазу машиналарынан, перфораторлардан, қолмен құжаттарды толтыратын жазбалардан, есеп жүргізуден және т.б. босатуға мүмкіндік беретін барлық процестерді түсіндіруден тұрады. Оқырмандар үшін кітапхана қорларынан басылымдарды іздеу және алу бойынша тиімді және ыңғайлы қызмет көрсету. Бұл өзгерістердің барлығын компьютерлер, компьютерлердің жергілікті желілері және арнайы бағдарламалық жүйелер енгізеді.

Ал басқа да жаңа технологиялардың, кітапханашылар мен оқырмандар жұмысының сапасы мен тиімділігін арттыратын жаңа элементтердің пайда болуы қазірдің өзінде «ақпараттандыру» терминімен қамтылуы керек, оның ішінде «автоматтандыру» құрамдас бөліктердің бірі болып табылады. Ақпараттандырудың басқа компоненттері телекоммуникациялық технологиялар, онлайн және Интернет, штрих-кодтар және басылымдар мен кітапхана карталарын автоматты сәйкестендіру, CD-ROM және CD-ROM желілік жүйелері, баспа технологиялары, толықмәтінді мәліметтер базасы, ең соңында, заманауи электронды немесе цифрлық

кітапханалар (Поршнева, 2013).

Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің ғылыми кітапханасында автоматтандыру дәстүрлі функционалдылықтың күрделенуіне, қызметкерлерге жүктеменің артуына және мобильдікті талап ететін жаңа талаптардың туындауына жауап ретінде орын алып, оқырмандар мен электрондық поштаға қашықтықтан қызмет көрсетуді ұйымдастыруға көмектеседі.

Автоматтандырудың тағы бір міндеті — электрондық ақпараттық ресурстарды басқару, оларға қолжетімділікті қамтамасыз ету және оларды қорғау. Пайдаланушылар тарапынан мұндай қызметтерге қойылатын талаптар айтарлықтай өсті: өскелең ұрпақтың оқырмандары кез-келген ақпаратты смартфоннан лезде алуға дағдыланған.

Зерттеу нәтижелерінің жаңалығы мыналардан тұрады:

- КААЖ әзірлеу және енгізу үдерісін табысты жүзеге асыру үшін қажетті шарттар тізбесін анықтау;

- кітапханада IT-жобаны сәтті жүзеге асырудың міндетті шарттарының жан-жақты сипаттамасы;

- кітапхананы басқарудың тиімділігін арттыру бойынша іске асырылатын іс-шараларды алгоритмдеу.

Әдістер мен материалдар

Кітапхананың автоматтандырылған ақпараттық жүйесін (ААЖ) әзірлеу кітапхана қорын басқарудың әртүрлі әдістерін жасау, кітаптарды каталогтау, оқырмандарды тіркеу және т.б. қамтиды. Мұндай жүйені әзірлеуде төмендегідей әдістерді қарастырамыз:

1. Мәліметтер қорына кітапты қосу әдісі:

• Бұл әдіс кітапханашыға немесе әкімшіге деректер қорына жаңа кітап қосуға мүмкіндік береді.

• Кіріс деректер: кітап немесе басылым туралы ақпарат (атауы, авторы, жанры, ISBN және т.б.).

• Әрекеттер: дерекқорда кітап немесе басылымның бар-жоғын тексеру, кітап туралы жаңа жазба қосу, бірегей идентификаторды тағайындау.

• Шығыс деректер: сәтті қосу немесе қате туралы хабарландыру.

2. Кітап немесе басылымды іздеу әдісі:

• Бұл әдіс пайдаланушыларға әртүрлі критерийлер бойынша кітапханадан кітаптарды немесе басқа да басылымдарды табуға мүмкіндік береді.

• Кіріс деректер: іздеу критерийлері (мысалы, кітап атауы, автор, жанр).

• Әрекеттер: көрсетілген критерийлер арқылы дерекқордағы кітаптарды іздеу.

• Шығыс деректер: табылған кітаптар тізімі немесе кітаптар табылмағаны туралы хабарлама.

3. Кітапты оқырманға беру тәсілі:

• Бұл әдіс кітапханашыға оқырманға кітапты немесе басқа да басылымды беруге мүмкіндік береді.

• Кіріс деректер: оқырман идентификаторы, кітап идентификаторы.

• Әрекеттер: кітаптың бар-жоғын тексеру, шығарылымды тіркеу, кітаптың күйін жаңарту (берілген).

• Шығыс деректер: кітап бар немесе жоқ болуы туралы хабарлама.

4. Кітапты қайтару әдісі:

- Бұл әдіс кітаптың кітапханаға қайтарылуын тіркеу үшін қолданылады.
- Кіріс деректер: кітап идентификаторы, оқырман идентификаторы.
- Әрекеттер: кітаптың дұрыс қайтарылғанын тексеру, кітаптың күйін жаңарту (қол жетімді).

- Шығыс деректер: растауды немесе қате туралы хабарды қайтару.

5. Пайдаланушыны басқару әдісі:

- Бұл әдіс әкімшіге жүйе пайдаланушыларын (кітапханашылар, оқырмандар) басқаруға мүмкіндік береді.

- Әрекеттер: пайдаланушыларды қосу, өңдеу немесе жою, олардың кіру құқықтарын басқару.

- Шығыс деректер: аяқталған әрекеттерді растайды немесе қате туралы хабарлама шығарады.

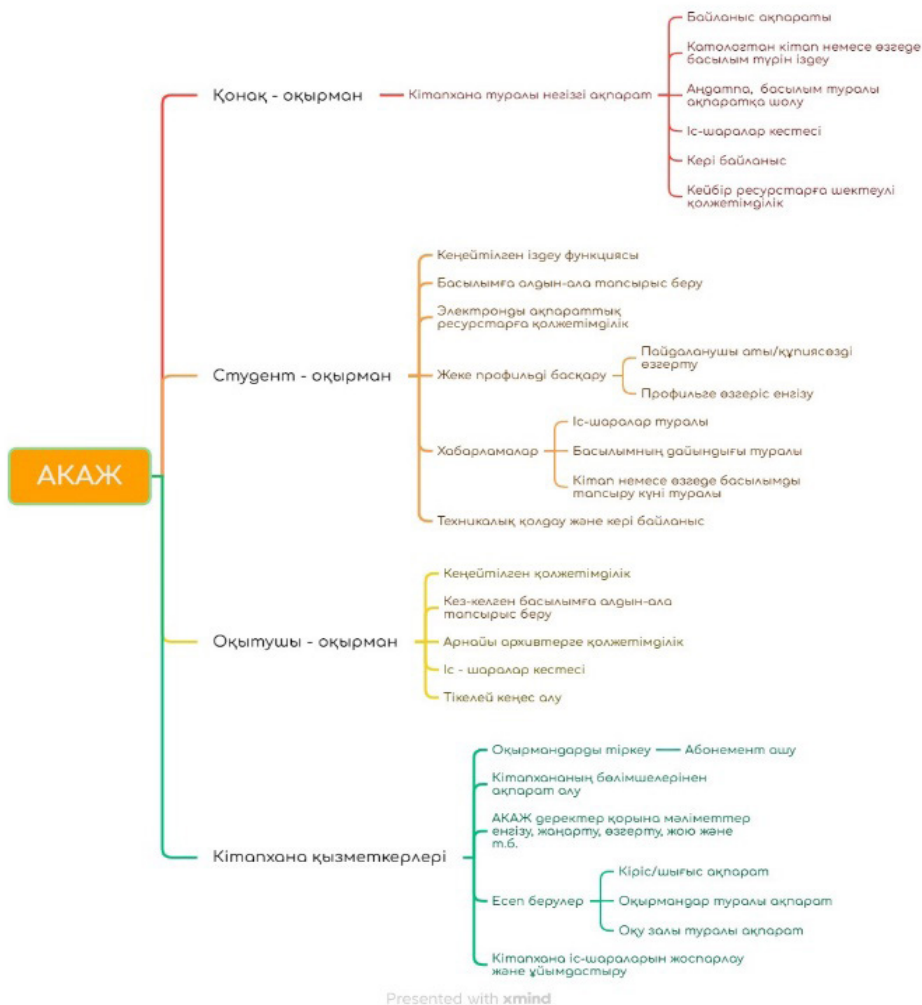
6. Есеп беруді құру әдісі:

- Бұл әдіс кітапхана жұмысы туралы әртүрлі есептерді жасауға мүмкіндік береді (мысалы, тексерілген кітаптар саны, мерзімі өткен кітаптар және т.б.).

- Кіріс деректер: есепті шығаруға арналған параметрлер (кезең, есеп түрі және т.б.).

- Әрекеттер: дерекқордан деректерді талдау, есеп шығару.

- Шығыс деректер: таңдалған форматта жасалған есеп (мысалы: PDF, Excel) немесе қателік туралы хабарлама.



Сурет 2 – Автоматтандырылған кітапхана – ақпараттық жүйесінің жалпы құрылымы

Зерттеу болжамы: Х. Досмұхамедов атындағы университеттің ғылыми кітапханасында автоматтандырылған ақпараттық жүйені әзірлеу және енгізу қызмет көрсетудің тиімділігін арттырады, ақша қаражаттарының есебін жақсартады.

Кітапханаға арналған автоматтандырылған ақпараттық жүйені (ААЖ) әзірлеу құрылымы бірнеше кезеңдерді қамтиды, олардың әрқайсысының өз ішкі кезеңдері мен міндеттері бар. Ұ жалпы құрылымы төмендегідей:

Бастапқы кезең:

- талаптарды анықтау: тұтынушы мен соңғы пайдаланушылардың талаптарын жинап, талдау. Функционалды және функционалды емес талаптарды анықтауды және жүйенің мақсаттары мен күтілетін нәтижелерін анықтауды қамтиды;
- жобаны жоспарлау: жоба жоспарын әзірлеу, ресурстарды анықтау, жауапкершіліктерді тағайындау, мерзімдер мен бюджетті белгілеу.

Жобалау:

- архитектуралық жобалау: жүйе құрылымын анықтау, технологиялар мен платформаларды таңдау, деректер қорын жобалау, жүйенің негізгі компоненттері мен модульдерін анықтау;

- интерфейсті жобалау: жүйенің пайдаланушы интерфейсін әзірлеу, макеттерді, прототиптерді және интерфейс дизайнын құру.

Әзірлеу:

- негізгі функцияларды жүзеге асыру: кітаптарды басқару, кітаптарды іздеу, кітаптарды шығару және қайтару сияқты жүйенің негізгі функционалдығы үшін код жазу;

- модульдерді әзірлеу: пайдаланушыларды басқару, есептерді шығару және т.б. сияқты нақты тапсырмаларды орындайтын жеке модульдер мен жүйелік компоненттерді құру;

- тестілеу: дұрыс жұмыс істеуін және талаптарға сәйкестігін тексеру үшін жүйенің барлық компоненттері мен функцияларын тестілеуді жүргізу.

Іске асыру және конфигурациялау:

- жүйені орнату: кітапхана серверлері мен компьютерлеріне бағдарламалық құралды орнату, ортаны ұйымдастыру;

- деректерді импорттау: жүйеге кітаптар, оқырмандар және басқа да ресурстар туралы бастапқы деректерді жүктеу;

- қол жеткізу құқықтарын орнату: жүйе пайдаланушылары үшін олардың рөлдері мен міндеттеріне сәйкес кіру құқықтарын орнату.

Пайдалану және қолдау:

- қызметкерлерді оқыту: кітапхана қызметкерлерін жаңа жүйемен жұмыс істеуге үйрету.

- қолдау және жаңарту: техникалық қолдау көрсету, қателерді түзету, қажет болған жағдайда жүйеге өзгерістер мен жақсартулар енгізу;

- мониторинг және оңтайландыру: жүйе өнімділігін бақылау, кедергілерді анықтау және жою, жүйе өнімділігін оңтайландыру.

Бағалау және кері байланыс:

- тиімділікті бағалау: қойылған мақсаттарға қол жеткізу және пайдаланушының қанағаттанушылығы тұрғысынан жүйенің жұмысын бағалау;

- кері байланыс жинау: болашақта жүйені жақсарту үшін пайдаланушылардан пікірлер мен ұсыныстарды жинау.

Нәтижелер және талқылау

Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің LibAU кітапхана автоматтандырылған ақпараттық жүйесін әзірлеу барысында университет кітапханаларының автоматтандырылған жүйелер жұмысын талдау жүргізіліп, нәтижесінде программалық өнім әзірленді.

- 1 books
- 2 book_copies
- 3 catalogs
- 4 dropped_in_funds
- 5 edu_programs
- 6 employees
- 7 faculties
- 8 failed_jobs
- 9 fund_entrances
- 10 libraries
- 11 lists
- 12 list_data
- 13 migrations
- 14 model_has_permissions
- 15 model_has_roles
- 16 password_resets
- 17 password_reset_tokens
- 18 permissions
- 19 personal_access_tokens
- 20 reader_cards
- 21 roles
- 22 role_has_permissions
- 23 students
- 24 users
- 25 Схема связей

Сурет 3 – Жүйедегі кестелер тізімі

LibAU – кітапхана ресурстарын тиімді басқаруды қамтамасыз ету және пайдаланушыларға қызмет көрсетуді жақсарту үшін кітапханалар үшін арнайы әзірленген заманауи автоматтандырылған ақпараттық жүйе. Бағдарламалық қамтаманың негізгі ерекшеліктері:

Кітап немесе басқа да басылымдарды басқару:

- кітаптар, журналдар, аудиокітаптар, бейнежазбалар және басқа да кітапхана материалдары туралы ақпаратты орталықтандырылған сақтау;
- ресурстар туралы жазбаларды олардың сипаттамасын, авторлығын, жанрлық және басқа да сипаттамаларын ескере отырып қосу, өңдеу және жою.

Ақпаратты іздеу және оған қол жеткізу:

- кітаптарды атау, автор, жанр, ISBN және т.б. сияқты әртүрлі критерийлер бойынша жылдам және ыңғайлы іздеу;
- кітаптардың қолжетімділігі, олардың күйі (кітапханада бар болуы немесе жоқ болуы) және кітапханадағы орналасуы туралы ақпаратты алу.

Оқырмандарды басқару және кітаптарды шығару:

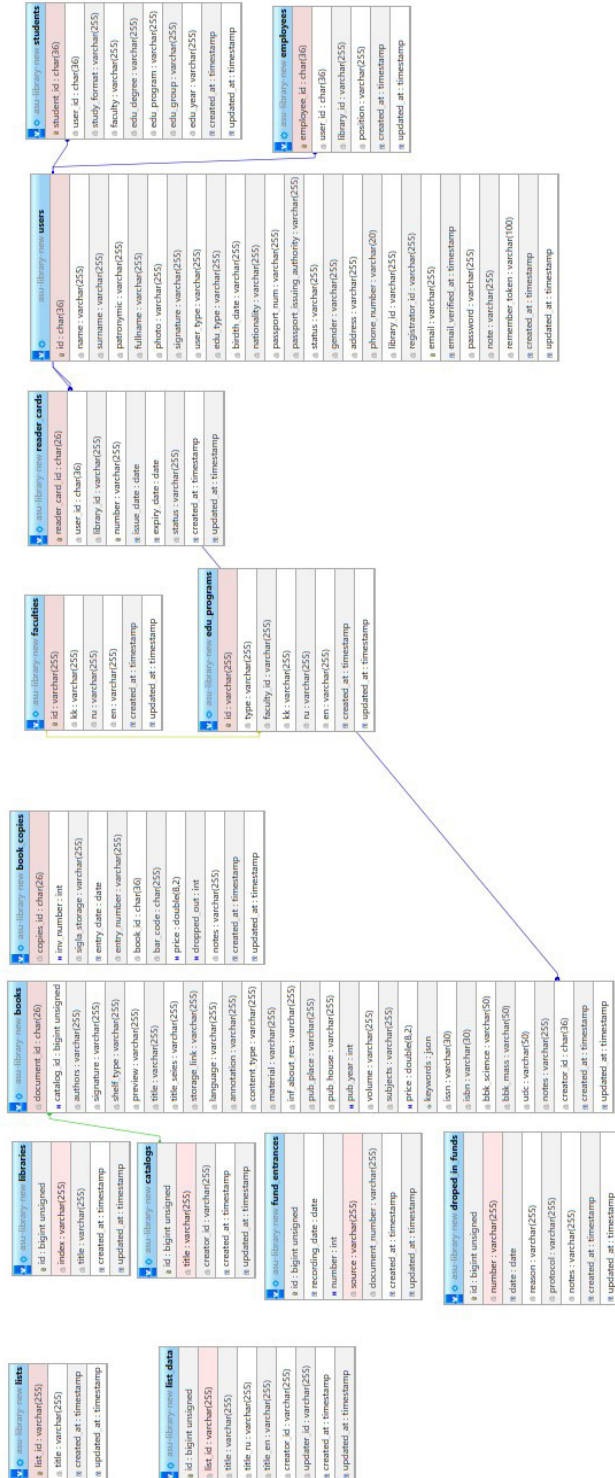
- кітапхана оқырмандарын өз деректерін басқару мүмкіндігімен тіркеу (аты-жөні, байланыс ақпараты және т.б.);
- кітаптарды беру мен қайтаруды тіркеу, беру мерзімін бақылау және мерзімі өтіп кеткен кітаптарды хабарлау.

Есепті құру және статистика:

- кітапхана жұмысы туралы әртүрлі есептер құру, мысалы, берілген кітаптар туралы есептер, мерзімі өткен кітаптар, пайдаланушылардың белсенділігі және т.б.;
- кітапхана жұмысын оңтайландыру және пайдаланушыларға қызмет көрсетуді жақсарту бойынша шешімдер қабылдау үшін статистикалық деректерді талдау.

Қауіпсіздік пен сенімділік:

- деректерді қорғаудың заманауи әдістерін қолдана отырып, пайдаланушы деректерінің қауіпсіздігін және кітаптар туралы ақпараттың құпиялылығын қамтамасыз ету;
- мәліметтердің сақтық көшірмесін жасау және ақпараттың жоғалуын болдырмау үшін жүйенің сенімділігін қамтамасыз ету механизмдері.



Сурет 4 – Жүйдегі кестелер байланысының сұлбасы

LibAU – ресурстарды басқару процестерін автоматтандыруға көмектесетін және пайдаланушылар үшін ақпаратқа ыңғайлы және тиімді қол жеткізуді қамтамасыз ететін кітапханаларға арналған толық шешім. Жүйе келесі негізгі модульдерді қамтиды:

- әкімшілік режимінде басқаруды ұйымдастыру;
- әртүрлі параметрлер бойынша басылымға іздеу жүргізу;
- мерзімді басылымдарға тапсырыс беру және тіркеу;
- кітап немесе басқа да басылымды каталогтау;
- мақалалар картотекасын ұйымдастыру;
- бірнеше параметрлер бойынша оқырман іздеу;
- штрих – код негізінде оқырмандар картотекасын жүргізу;
- штрих – код негізінде басылымдар картотекасын жүргізу;
- оқырман карта индексі (штрих-кодтау қолдауымен);
- толық мәтінді ресурстардың электронды кітапханасын құру;
- штрих-кодтау технологиясын қолдайды;
- сканерленген кітаптардың электронды нұсқаларын жасау;
- электрондық кітапхана ресурстарына қашықтан қол жеткізу.

Қорытынды

Зерттеу нәтижесінде университет кітапханаларының автоматтандырылған жүйелер жұмысына талдау жүргізіліп, мүдделі тараптарды талдау матрицасы құрылды. Атырау университеті кітапхана ақпараттық жүйесін жобалау барысында ғылыми кітапханалық әдебиеттер базасынан мәліметтерді жинау және талдау, мәліметтерді жүйелеу және сақтау, мәліметтерді беру тәсілдері мен формаларын дайындау, тұтынушыларға қызмет көрсету, аналитикалық мәліметтерді шығару және т.б. модулдері әзірленді. Әзірленген жүйенің келесі кезеңінде машиналық оқыту көмегімен кітап немесе басқа да басылымды жылдам танып, табу әдісін, биометриялық аутентификация көмегімен программа қосымшасындағы жеке бетке тез қол жеткізу және т.б. технологияларды қосу жоспарлануда. Дегенмен, жүйені одан әрі жетілдіру үшін пайдаланушылардың қажеттіліктері мен ақпараттық технологияларға қойылатын заманауи талаптардың өзгеруін ескере отырып, оның жұмысына мониторинг пен талдауды жалғастыру қажет. Бағдарламалық өнім ұзақ мерзімді перспективада өзекті және тиімді болып қалу үшін жүйенің функционалдық мүмкіндіктерін жүйелі түрде жаңарту өте маңызды.

Бұл зерттеу Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің КеАҚ «Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті автоматтандырылған кітапханалық — ақпараттық жүйесін жасақтау» жобасын қаржыландыру аясында жүзеге асырылуда (2024 ж.).

ӘДЕБИЕТ

Ahmad, Hilal Dr. and Bakhshi, Samar I. Dr. (2021). «Кітапхананы автоматтандырудың бағдарламалық пакеттері: Виртуаны, Windows, SOUL және LIBSYS үшін Алиса салыстырмалы зерттеу». *Library Philosophy and Practice (e-journal)*. — <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/6168>

Xun H. (2024). Суреттерді өңдеуге негізделген кітапханалық кітаптарды автоматты түрде тану технологиясын зерттеу *Informatica (Slovenia)*, — 48 (5). — Pp. 29–40. — DOI: 10.31449/inf.v48i5.5345

Zhou Q. (2024). Интернет заттар (IoT) және бағдарламалық қамтамасыз етумен анықталған желі (SDN) негізіндегі смарт кітапхана архитектурасы (2024) *Heliyon*, — 10 (3), art. — no. e25375. — DOI: 10.1016/j.heliyon. 2024.e25375

Fatema K., Ahmed M.R., Arefin M.S. (2022). Кітаптарды автоматты түрде анықтау жүйесін әзірлеу (2022). *Lecture Notes in Networks and Systems*, — 300 LNNS. — Pp. 309–321. — DOI: 10.1007/978-3-030-84760-9_27

Ramkumar, R., Karthikeyan, B., Rajkumar, A., Venkatesh, V., Praveen, A.A. (2020). Android қолданбасы арқылы IOT негізіндегі смарт кітапхананы жобалау және енгізу (2020) *Biosc. Biotech. Res. Comm. Special Issue*. — 13 (3). — Pp. 56–62.

Desai J., Moga P., Patwardhan R. (2022). IOT негізіндегі смарт кітапхананы жобалау және енгізу (2022). *International Research Journal of Innovations in Engineering and Technology*. — 6 (1). — Pp.19–21. — DOI:10.47001/IRJIET/2022.601005

Fu M.H. (2020). Кітапхананы басқару үшін сымсыз сенсорлық желіге негізделген блокчейн мен биометрияның біріктірілген технологиялары (2020) *Information Technology and Libraries*, — 39 (3). — doi: 10.6017/ITAL.V39I3.11883.

Булычева О.С. (2024). IC: Кітапхана: кешенді автоматтандыруға жол. — <http://www.unkniga.ru/innovation/tehnology/6063> (дата обращения: 15.02.2024).

Поршнева А.Г. (2013). Мекемені басқару. — М.: ИНФРА-М, 2013. — 669 с.

REFERENCES

Ahmad, Hilal Dr. and Bakhshi, Samar I. Dr. (2021). “Library Automation Software Packages: A Comparative Study of Virtua, Alice for Windows, SOUL and LIBSYS” (2021). *Library Philosophy and Practice* (e-journal). — <https://digitalcommons.unl.edu/libphilprac/6168>

Xun H. (2024). Research on Automatic Recognition Technology of Library Books Based on Image Processing (2024) *Informatica* (Slovenia). — 48 (5). — Pp. 29–40. —DOI: 10.31449/inf.v48i5.5345

Zhou Q. (2024). Smart library architecture based on internet of things (IoT) and software defined networking (SDN) (2024) *Heliyon*, — 10 (3), art. — №. e25375. — DOI: 10.1016/j.heliyon. 2024.e25375

Fatema K., Ahmed M.R., Arefin M.S. (2022). Developing a System for Automatic Detection of Books (2022) *Lecture Notes in Networks and Systems*. — 300 LNNS. — Pp. 309–321. — DOI: 10.1007/978-3-030-84760-9_27

Ramkumar R., Karthikeyan B., Rajkumar A., Venkatesh V., Praveen A.A. (2020). Design and implementation of IOT based smart library using android application (2020) *Biosc. Biotech. Res. Comm. Special Issue*. — 13 (3). — Pp. 56–62.

Desai J., Moga P., Patwardhan R. (2022). Design and implementation of IOT based smart library (2022) *International Research Journal of Innovations in Engineering and Technology*. —6 (1). — Pp. 19–21. — DOI:10.47001/IRJIET/2022.601005

Fu M.H. (2020). Integrated technologies of blockchain and biometrics based on wireless sensor network for library management (2020). *Information Technology and Libraries*, — 39 (3). — doi: 10.6017/ITAL.V39I3.11883.

Bulycheva O.S. IS: Library: the path to complex automation. <http://www.unkniga.ru/innovation/tehnology/6063> (date of the application: 15.02.2024).

Porshneva A.G. (2013). Organization management. — М.: ИНФРА-М, 2013. — 669 p.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 285–296
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.283>

УДК 665.733.3: 519.816

© L. Salybek^{1*}, K. Orazbayeva², V. Makhatova³, L. Kurmangazieva³,
B. Utenova⁴, 2024

¹M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan;

²Esil university, Astana, Kazakhstan;

³Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Kazakhstan;

⁴S. Utebaev Atyrau oil and gas university, Atyrau, Kazakhstan.

E-mail: lyaklai.36972@mail.ru,

DEVELOPMENT OF MODELS OF THE ATMOSPHERIC BLOCK OF A PRIMARY OIL PROCESSING PLANT BASED ON AVAILABLE INFORMATION OF VARIOUS NATURE

Salybek Lazzat — doctoral student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan
E-mail: lyaklai.36972@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8395-2714>;

Orazbayeva K.N. — doctor of technical sciences, professor of the Department of Management, Esil university, st. Zhubanova 7, Astana, Kazakhstan
E-mail: kulmano@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1741-7553>;

Makhatova Valentina — candidate of technical sciences, associate professor of software engineering, Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan
E-mail: Mahve@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4082-9193>;

Kurmangazieva Lyailya — candidate of technical sciences, associate professor of software engineering, Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan
E-mail: kurmangazieval@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0640-7306>;

Utenova Balbupe — candidate of technical sciences, associate professor of the faculty of information technologies, S. Utebaev Atyrau oil and gas university, Atyrau, Kazakhstan
E-mail: balbupe_u_e@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8903-3380>.

Abstract. Currently, the development of models of complexly formalized objects characterized by vagueness is one of the pressing issues of science and practice. In this regard, the goal and objectives of this work is to develop, based on available statistical and fuzzy information, effective models of an atmospheric block, some parameters of which are characterized by vagueness. In the course of research, methods of regression analysis, expert assessment and fuzzy set theory are systematically used. As a result of the research, effective models of the rectification and atmospheric columns of the atmospheric block of a primary oil refining installation were created. Statistical models have been identified that determine the volume of petroleum products at the output of these columns, and fuzzy models that assess the quality of the resulting petroleum products. The structures of models that determine the volume and quality of products are identified using the idea of the method of sequential inclusion of regressors, and the identification of unknown parameters is carried out by modifying the least squares method. For parametric identification, the REGRESS software package was used. Identification of fuzzy parameters is carried out on the basis of level sets α of fuzzy set methods. The developed set of models makes it possible to determine effective operating modes of

research objects in a production situation characterized by vagueness.

Keywords: Fuzzy information, fuzzy model, atmospheric block, gasoline, decision maker

© Л.Т. Салыбек^{1*}, К.Н. Оразбаева², В.Е. Махатова³, Л.Т. Курмангазиева³,
Б.Е. Утенова⁴, 2024

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан;

²Esil university, Астана, Қазақстан;

³Х. Досмухамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан;

⁴С. Өтебаев атындағы Атырау мұнай және газ университеті. Атырау, Қазақстан.

E-mail: lyaklai.36972@mail.ru,

МҰНАЙДЫ АЛҒАШҚЫ ӨНДЕУ ҚОНДЫРҒЫСЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ БЛОГЫНЫҢ МОДЕЛЬДЕРІН ТҮРЛІ СИПАТТАҒЫ ҚОЛЖЕТІМДІ АҚПАРАТ НЕГІЗІНДЕ ҚҰРУ

Салыбек Лаззат — докторант, М. Ауезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

E-mail: lyaklai.36972@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8395-2714>;

Оразбаева К.Н. — техника ғылымдарының докторы, профессорі, Менеджмент кафедрасының профессоры, Esil university, Жубанов көш. 7, Астана қ., Қазақстан

E-mail: kulman_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1741-7553>;

Махатова Валентина — техника ғылымдарының кандидаты, Бағдарламалық инженерия кафедрасының қауымдасқан профессоры, Х. Досмухамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан

E-mail: Mahve@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4082-9193>;

Курмангазиева Ляйля — техника ғылымдарының кандидаты, Бағдарламалық инженерия кафедрасының қауымдасқан профессоры, Х. Досмухамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан

E-mail: kurmangazieval@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0640-7306>;

Утенова Балбүпе — техника ғылымдарының кандидаты, Ақпараттық технологиялар факультетінің қауымдасқан профессоры, Сафи Өтебаев атындағы Атырау мұнай және газ университеті, Атырау, Қазақстан

E-mail: balbupe_u_e@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8903-3380>.

Аннотация. Қазіргі уақытта күрделі формализацияланын, айқынсыздықпен сипатталатын нысандардың модельдеріен құру ғылым мен практиканың өзекті мәселелерінің бірәне жатады. Осыған байланысты бұл жұмыстың мақстаты мен міндеттері кей параметрлері айқынсыздықпен сипатталатын атмосфералық блоктың тиімді модельдерін қолжетімді статистикалық және айқын емес ақпараттар негізінде құру. Зерттеу барысында регрессиялық талдау, эксперттік бағалау және айқын емес жиындар теориясының тәсілдері жүйелі қолданылады. Зерттеу нәтижесінде мұнайды алғышқы өндеу қондырғысы атмосфералық блогының ректификациондық және атмосфералық колонналарының тиімді модельдері құрылған. Бұл колонналар шығысындағы өнімдердің көлемдерін анықтайтын статистикалық модельдер және ол өнімдердің сапасын бағалайтын айқын емес модельдер идентификацияланған. Өнімдер көлемі мен сапасын анықтайтын модельдердің құрылым регрессорларды тізбектей қосу тәсілдемесі идеясын қолдана отырып, ал белгісіз параметрлерін анықтау ең кіші квадраттвар тәсілін модификациялау арқылы жүзеге асырылған. Параметрлік идентификациялау

үшін REGRESS программалар пакеті қолданылған. Айқын емес параметрлерді идентификациялау айқын емес жиындар тәсілінің α деңгейлі жиындары негізінде орындалған. Құрылған модельдер кешені зерттеу нысандарының тиімді жұмыс режимдерін айқынсыздықпен сипатталатын өндірістік жағдайда анықтауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: айқын емес ақпарат, айқын емес модель, атмосфералық блок, бензин, шешім қабылдаушы тұлға

© Л.Т. Салыбек^{1*}, К.Н. Оразбаева², В.Е. Махатова³, Л.Т. Курмангазиева³,
Б.Е. Утенова⁴, 2024

¹Южно-казахстанский университет имени М. Ауезова, Шымкет, Казахстан;

²Esil university, г. Астана, Казахстан;

³Атырауский университет имени Х. Досмухамедов атындағы, Атырау, Казахстан;

⁴Атырауский университет нефти и газа им. С. Утебаева.

E-mail: lyaklai.36972@mail.ru,

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕРНОГО БЛОКА УСТАНОВКИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ НА ОСНОВЕ ДОСТУПНОЙ ИНФОРМАЦИИ РАЗЛИЧНОГО ХАРАКТЕРА

Салыбек Лаззат — докторант, Южно казахстанский университет имени М. Ауезова, Шымкент, Казахстан

E-mail: lyaklai.36972@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8395-2714>;

Оразбаева К.Н. — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Менеджмента, Esil university, ул. Жубанова 7, г. Астана, Казахстан

E-mail: kulman_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1741-7553>;

Махатова Валентина — кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры Программной инженерии, Атырауский университет имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан

E-mail: Mahve@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4082-9193>;

Курмангазиева Ляйля — кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры Программной инженерии, Атырауский университет имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан

E-mail: kurmangazieval@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0640-7306>;

Утенова Балбупе — кандидат технических наук, ассоциированный профессор факультета Информационных технологии, Атырауский университет нефти и газа имени С. Утебаева, Атырау, Казахстан

E-mail: balbupe_u_e@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8903-3380> .

Аннотация. В настоящее время разработка моделей сложно формализуемых объектов, характеризующихся нечеткостью, является одним из актуальных вопросов науки и практики. В связи с этим целью и задачами данной работы является разработка на основе имеющейся статистической и нечеткой информации эффективных моделей атмосферного блока, некоторые параметры которого характеризуются нечеткостью. В ходе исследований системно используются методы регрессионного анализа, экспертной оценки и теории нечетких множеств. В результате исследований созданы эффективные модели ректификационной и атмосферной колонн атмосферного блока установки первичной переработки нефти. Идентифицированы статистические модели, определяющие объем нефтепродуктов на выходе этих колонн, и нечеткие модели, оценивающие качество получаемых нефтепродуктов. Структуры моделей, определяющих объем и качество

продукции, идентифицированы с использованием идеи метода последовательного включения регрессоров, а идентификация неизвестных параметров осуществлено путем модификации метода наименьших квадратов. Для параметрической идентификации использован пакет программ REGRESS. Идентификация нечетких параметров проводится на основе множеств уровня α методов нечетких множеств. Разработанный комплекс моделей позволяет определить эффективные режимы работы объектов исследования в производственной ситуации, характеризующейся нечеткостью.

Ключевые слова: нечеткая информация, нечеткая модель, атмосферный блок, бензин, лицо, принимающее решение

Кіріспе

Мұнайды алғашқы өңдеу технологиялық процесстері өз ара байланысқан электротүзсыздандыру (ЭТ),атмосфералық (АТ)және газреагенттік блоктарында өтеді (Сулейменов және т.б., 2019: 27).Бұл блоктардың ішінде, тұзсындарылған және сусыздандырылған мұнайды қыздыру, буландыру және фракциялау негізінде оны мұнай өнімдері фракцияларына (бензин фракциялары, дизельдік отын, мазут) және бу конденсаттарына бөлетін атмосфералық блок негізгі болып табылады. Атмосфералық блоктың тиімді жұмыс режимдері мұнайдың фракциялық құрамына, ондағы бензин мен газ фракциялары үлесіне және блоктың негізгі агрегаттары мұнайдан бензинді айыру ректификациондық К-1 және атмосфералық К-2 колонналары кіріс, режимдік параметрлері мәндеріне байланысты болады. Сондықтан атмосфералық блоктың тиімді жұмыс режимдерін анықтау компьютерлік модельдеу арқылы анықтау үшін аталған К-1, К-2 колонналары шығыстарынан алынатын өнімдер көлемі мен сапасын, олардың кіріс, режимдік параметрлеріне байланысын сипаттайтын математикалық модельдерін құру қажет. Мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысының атмосфералық блогында бензин фракциялары, дизельдік отын, мазут және көмірсутекті газдар өндіріледі Мұнай өңдеу өндірісінде мұнайды алғашқы өңдеу процесстерінің тиімділігі мұнайды терең өңдеу мен мұнай химиясы өндірістері сапасына тікелей әсер ететіді. Сондықтан қазіргі таңда мұнайды алғашқы өңдеудегі атмосфералық блоктың модельдерін құрып, оптимизациялау аса өзекті ғылыми-практикалық мәселе болып табылады (Beltramini et al., 2020:12.

Өндірістік жағдайларда өңделетін мұнайдың фракциялық құрамын, атмосфералық блоктың негізгі агрегаттарының жұмыс сапасын сипаттайтын кейбір маңызды параметрлерін өлшеу приборларымен анықтау өте күрделі, тиімсіз немесе мүмкін болмауы жиі орын алады. Сондықтан ол агрегаттардың модельдерін құру күрделі болып табылады және дәстүрлі модель құру тәсілдерінен басқа тәсілдемелерді қолдануды талап етеді. Практикада айқын емес параметрлер өндірістегі тәжірибелі мамандар, шешім қабылдаушы тұлға (ШҚТ),эксперттер арқылы бағаланды. Мұндай ШҚТ, жэксперттердің тәжірибесі, білімі, интуициясы болып табылатын айқын емес ақпаратты жинау, өңдеу және қолдану эксперттік бағалау, айқын емес жиындар тәсілдері арқылы жүзге асырылады. Сондықтан атмосфералық блоктың К-1, К-2 колонналарының модельдерін әдетте модель құруға қажетті ақпараттардың тапшылығы және айқынсыздығы жағдайында жүйелік талдау, эксперттік бағалау және айқын емес жиындар теориясы тәсілдері негізінде тура келеді (Orazbayev et al., 2023: 8). Бұл атмосфералық блоктың К-1,

К-2 колонналары сияқты күрделі формализацияланатын, ақпарат тапшылығы және айқынсыздығымен сипатталатын өндірістік нысандардың адекватты модельдері арқылы тиімді жұмыс режимдерін анықтау есептерінің өзектілігін арттыра түседі.

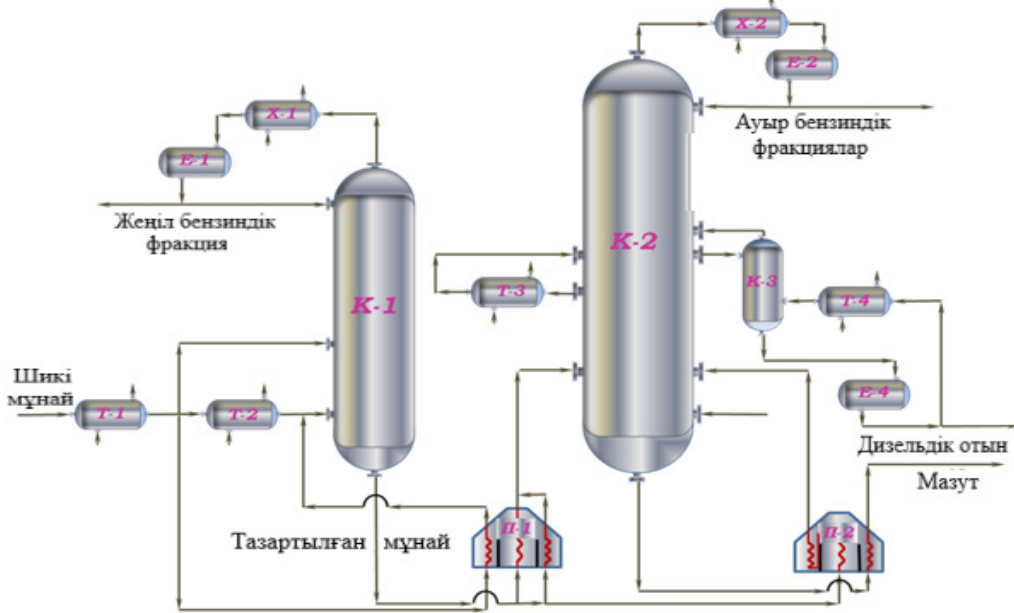
Талданған Кафаров В. (Кафаров және т.б., 2019: 48), Жоров М. (Жоров, 2015: 36), Zahedi S. (Zahedi, 2018: 35), Douglas A. (Douglas et.al., 2021: 786), Zhuang W. (Zhuang et.al., 2022: 3815) басқалары жұмыстарында технологиялық нысандардың модельдерін детерминді, ықтималдық жағдайларда құру тәсілдемелері қарастырылған. Алайда бұл тәсілдемелер детерминді, не өлшемді статистикалық ақпараттар массивін талап ететінден, ақпарат тапшылығы, айқынсыздығымен сипатталатын К-1, К-2 колонналары модельдерін құруға жарамсыз. Атырау мұнай өңдеу зауытындағы (МӨЗ) мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысыны К-1, К-2 колонналары үшін статистикалық ақпараттар жинау мақсатымен көптеген эксперименттер жүргізу атап өткендей кей маңызды параметрлердің өлшенбейтіндігіне байланысты мүмкін емес. Мұндай жағдайда К-1, К-2 колонналары сияқты күрделі формализацияланатын, ақпарат айқынсыздығымен сипатталатын нысандардың модельдерін құру үшін қолжетімді айқын емес, тағы басқа сипаттағы ақпараттарды олардың модельдерін құруда қолданған жөн. (Алиев және т.б., 2018: 186; Chen және т.б., 2022: 39) зерттеулері авторлары бастапқы ақпарат айқынсыздығы жағдайында шығыс параметрлері айқын емес нысандардың модельдері айқын емес жиындар тәсілдері негізінде құру тәсілдемелерін зерттеп, ұсынған. Бұл тәсілдемелерді қолдану үшін нысанның кіріс, режимдік параметрлері өлшенетін, яғни айқын болуы шарт. Ұсынылған тәсілдемелер α деңгелі жиындар негізінде айқынсыздық мәселесін шешуге негізделгендіктен, жиналған біраз айқын емес ақпараттың, яғни ШҚТ, эксперттер тәжірибесі мен білімін ескерілмеуіне алып келеді. Ал бұл өз кезегінде айқын емес ақпарат негізінде құрылған моделдердің адекваттығын төмендетеді. Талданған зерттеулер нәтижесінде жинақталған айқын емес ақпаратты барынша толық қолдануға және кіріс, шығыс параметрлері де айқын емес нысандардың модельдерін құру тәсілдемелері әлі де толық зерттеліп, ұсынылмағаны анықталды. Сондықтан бұл жұмыс аталған жағдайда, яғни күрделі формализацияланатын, кіріс, шығыс параметрлері айқын емес нысандардың модельдерін жүйелік тәсілдеме негізінде құру мәселерін зерттеп, шешуге бағытталған. Ұсынылатын тәсіл ШҚТ, пән саласы эксперттері білімін, тәжірибесін және интуициясын максималды пайдалану негізінде айқынсыздықпен сипатталатын нысандардың жоғары адекватты модельдерін құруға мүмкіндік беретін болады.

Сонымен бұл жұмыста қолжетімді статистикалық және эксперттерден алынатын айқын емес ақпарат негізінде нашар формализацияланатын күрделі технологиялық нысандардың статистикалық және айқын емес модельдер жүйесін құруға мүмкіндік беретін әдістеме тұжырымдалған. Тұжырымдалған күрделі өндірістік технологиялық нысандардың түрлі сипаттағы модельдер жүйесін құру әдістемесі мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысының атмосфералық блогы модельдерін құруда қолданылған және оның дұрыстығы негізделген. Сонымен алынған зерттеу нәтижелері мұнайды өңдеу саласында нашар формализацияланатын күрделі нысандарды модельдеу бағытында қазіргі білім деңгейін айқынсыздық жағдайында кеңейтуге және тереңдетуге мүмкіндік береді. Алынған нәтижелердің дәчтурлі модельдеу тәсілдерінен ерекшелігі мен ғылыми жаңалығы бастапқы ақпарат тапшылығы мен айқынсыздығы жағдайында күрделі нысандардың

тиімді және адекватты модельдерін құруға мүмкіндік берінде. Ал тұжырымдалған әдістеменің практикалық маңыздылығы мұнай өңдеу өндірісін басқа да көптеген өндіріс салаларында ақпарат жетіспеушілігі мен айқынсыздығымен сипатталатын күрделі технологиялық нысандары модельдерін құруға қолдану мүмкіндігінде.

Материалдар мен тәсілдер

Зерттеу нысаны – Атырау МӨЗ ЭТ АТ қондырғысының бастапқы ақпарат айқынсыздығымен сипатталатын К-1, К-2 колонналары. Зерттеу материалдары ретінде аталған зерттеу нысанының технологиялық сызбасы, атмосфералық блоктың жұмыс регламенті мен К-1, К-2 колонналары күйі мен жұмыс режимдері жайлы қолжетімді статистикалық және айқын емес ақпараттар қолданылады. Зерттеу нысанының технологиялық схемасы сурете 1-де келтірілген.



Сурет 1. Мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысы атмосфералық блогының технологиялық схемасы

Атмосфералық блоктың шикізаты ЭТ блогында тұзсыздандырылып, сусыздандырылған шикі мұнай Т-1, Т-2 жылуалмастырғыштары арқылы шикі мұнай К-1 ректификациондық колоннасында жеңіл бензин фракциясына және ары қарай атмосфералық колоннаға өңдеуге жіберілетін тазартылған мұнайға бөлінеді. Тазартылған мұнай К-1 колоннасының төменгі жағынан П-16 П-2 пештерінде 360–385 °С қыздырылып, бу-сұйықтық күйінде К-2 атмосфералық колоннасына беріледі. Бұл колоннада тазартылған мұнай түрлі оның түрлі деңгейлеріндегі температураға байланысты ауыр бензиндік фракцияларға, дизельдік отын және мазут бөлінеді.

Атмосфералық блок шығысындағы мұнай өнімдерінің көлемдерін анықтайтын модельдер үшін қажетті статистикалық мәліметтер жеткілікті, не оларды жинау мүмкін болғандықтан, статистикалық модельдер түрінде құруға болады. Атмосфералық блоктың К-2 колонналары модельдерін құруда өнімдердің сапасына қолданыстағы стандарттар бойынша талап етілген «артық

емес - \approx », «кем емес - \approx » сияқты айқын емес талаптар қойылатындықтан, ол сапа көрсеткіштерін сипаттайтын модельдерді синтездеуде мәселелер туындайды. Сондықтан, атмосфералық блок өнімдерінің айқынсыздықта сипаттайтын айқын емес, лингвистикалық модельдер құру қажет болады. Сонымен бұл зерттеуде атмосфералық колоннада өндірілетін мұнай өнімдері көлемдерін анықтау модельдерін құру үшін статистикалық тәсілдер (Wen et.al., 2018: 161; Freedman, 2019: 256; Douglas et.al., 2021: 789) қолданылады. Ал аталған блокта өндірілетін мұнай өнімдерінің сапа көрсеткіштерін айқынсыздықта сипаттайтын модельдер құру үшін жүйелік талдау тәсілдемесі (Reverber et.al., 2016: 68) эксперименттік бағалау, айқын емес жиындар және айқынсыздықта модель синтездеу тәсілдері (Гуцыкова, 2018: 284; Zimmermann, 2018: 358) пайдаланады.

Нәтижелер

Осы зерттеу авторлары қатысуымен құрылып, (Orazbayev et.al., 2023: 74983) мақалада жарияланған күрделі формализацияланатын нысандардың модельдерін құрудың жүйелік тәсілдемесі негізінде Атырау МӨЗ атмосфералық блогының К-1, К-2 колонналары модельдері түрлі қол жетімді ақпараттар негізінде құрылды. Аталған жүйелік тәсілдеме және регрессорларды тізбектей қосу әдісі негізінде К-1 ректификациондық колоннасы өнімдерінің көлемін кіріс, режимдік параметрлері мәндеріне байланысты анықтайтын келесі модельдері құрылымдық идентификацияланды:

$$y_j = a_{0j} + \sum_{i=1}^3 a_{ij}x_i + \sum_{i=1}^3 \sum_{k=i}^3 a_{ikj}x_i x_k, \quad j = 1, 2 \quad (1)$$

мұндағы y_1 – жеңіл бензиндік фракция (180°C); y_2 – К-2 атмосфералық колоннасына берілетін газартылған мұнай көлемі; $x_i, i = \overline{1,3}$ – К-1 колоннасының кіріс, режимдік параметрлері, атап айтқанда x_1 – шикізат (тұзсыздандырылған мұнай) көлемі; x_2 – К-1 колоннасының температурасы; x_3 – К-1 колоннасының қысымы.

Алынған (1) моделінің белгісіз a_{0j}, a_{ij}, a_{ikj} параметрлерін эксперименталдық-статистикалық және ең кіші квадраттар тәсілі жүзеге асырылған REGRESS программалар пакеті көмегімен идентификациялау нәтижесінде К-1 колоннасы шығысындағы өнімдер көлемін анықтайтын келесі модельдер тұрғызылды:

$$y_1 = 11.12300 + 0.00860x_1 + 0.02951x_2 - 1.55561x_3 + 0.00002x_1^2 + 0.00008x_2^2 + 0.864197x_3^2, \quad (2)$$

$$y_2 = 118.7100 + 0.0913x_1 + 0.3126x_2 - 16.5100x_3 + 0.0003x_1^2 + 0.0008x_2^2 + 9.1667x_3^2. \quad (3)$$

Аталған жүйелік тәсіл мен эксперименттік және айқын емес жиындар тәсілдері негізінде К-1 колоннасында өндірілетін жеңіл бензин фракцияларын сапасын (қайнау соңы °C) сипаттайтын келесі айқын емес модель құрылымы идентификацияланды:

$$\tilde{y}_3 = \tilde{a}_0 + \tilde{a}_1x_2 + \tilde{a}_2x_3 + \tilde{a}_3x_2^2 + \tilde{a}_4x_3^2. \quad (4)$$

Содан кейін айқын емес модель (4) келесі формула

$$y_3^{\alpha_i} = a_0^{\alpha_i} + a_1^{\alpha_i}x_2 + a_2^{\alpha_i}x_2 + a_3^{\alpha_i}x_2^2 + a_4^{\alpha_i}x_3^2, \alpha_i = 1,3 - \alpha \text{ деңгейлі жиын,} \quad (5)$$

негізінде $\alpha = \{0.5; 0.8; 1\}$ деңгейлерінде айқын модельдер жиынтығы ретінде келтірілген.

Айқын емес параметрлерді сипаттайтын тиістілік функциялары MATLAB жүйесінің Fuzzy Logic Toolbox қосымшасында гаус типтік функция түрінде тұрғызылды. Бұл тиістілік функциялар симметриялық болатындықтан, $\alpha = \{0.5; 0.8; 1; 0.8; 0.5\}$ деңгейлерінде (4) айқын емес моделі 5 айқын модельдер жиынтығына келтірілді. Алынған айқын модельдер кешенің белгісіз параметрлері аталған REGRESS программалар пакеті көмегімен идентификацияланды. Әр α деңгейлерінде идентификацияланған модельдердің көлемі үлкегн болғандықтан, оларды ары қарай өңдеп алынған соңғы нәтижесін келтіреміз. α деңгейлеріндегі айқын модельдердің идекнтификацияланған параметрлерін

$$\tilde{a}_{ij} = \bigcup_{\alpha \in [0.5; 1]} a_{ij}^{\alpha_i} \quad \mu_{\tilde{a}_i}(a_i) = \sup_{\alpha \in [0.5; 1]} \min\{\alpha_i, \mu_{a_i^{\alpha_i}}(a_i)\}, \quad a_i^{\alpha_i} = \{ \tilde{a}_i | \mu_{\tilde{a}_i}(a_i) \geq \alpha \}. \quad (6)$$

өрнегі арқылы біріктіру нәтижесінде компьютерде жеңіл бензин фракциясының сапасын анықтауға мүмкіндік беретін келесі модель алынды:

$$\tilde{y}_3 = 18.0000 + 0.284x_2 + 30.0000x_3 + 0.0009x_2^2 + 5.55000x_3^2 \lesssim 180 \text{ }^\circ\text{C}. \quad (7)$$

Жүйелік тәсілдеме және регорессорларды тізбектей қосу әдісі негізінде К-2 атмосферорвалық колоннасы өнімдерінің көлемін кіріс, режимдік параметрлері мәндеріне байланысты анықтайтын келесі модельдері құрылымдық идентификацияланды:

$$y_j = a_{0j} + \sum_{i=4}^6 a_{ij}x_i + \sum_{i=4}^6 \sum_{k=i}^6 a_{ikj}x_ix_k, \quad j = \overline{4,7}, \quad (8)$$

мұндағы x_4 – 180-220°C бензиндік фракциялар көлемі; x_5 – 220-280°C бензиндік фракциялар көлемі; 280-350°C бензиндік фракциялар көлемі; қайнау температурасы соңы x_6 – <350°C мазут фракциялары; $x_i, i = \overline{4,6}$ – К-2 колоннасының кіріс, режимдік параметрлері, атап айтқанда x_4 – шикізат (К-1 колоннасынан тазартылған мұнай) көлемі; x_5 – К-2 колоннасы температурасы; x_6 – колоннасы қысымы.

Кетірілген (8) моделінің белгісіз a_{0j}, a_{ij}, a_{ikj} параметрлерін жоғарыда сипатталған әдіспен REGRESS программалар пакеті көмегімен идентификациялау нәижесінде К-2 колоннасы шығысындағы мұнай өнімдерінің көлемдерін колоннаның кіріс, режимдік паратерлері мәндеріне байлаысты анықтайтын келесі статистикалшық модельдер алынды:

$$y_4 = 11.20 + 0.00471x_4 + 0.02709x_5 - 1.40x_6 + 0.00003x_4^2 + 0.00003x_5^2 + 0.35x_6^2, \quad (9)$$

$$y_5 = 36.0 + 0.01680x_4 + 0.09677 - 3.0x_6 + 0.00011x_4^2 + 0.00010x_5^2 + 1.25x_6^2, \quad (10)$$

$$y_6 = 4.0 + 0.00168x_4 + 0.009677x_5 - 0.50x_6 + 0.00001x_4^2 + 0.00001x_5^2 + 0.125x_6^2, \quad (11)$$

$$y_7 = 48.0 + 0.02525x_4 + 0.14516x_5 + 1.50x_6 + 0.00017x_4^2 + 0.00015x_5^2 + 1.875x_6^2. \quad (12)$$

Эксперттік, айқын емес жиындар және регрессорларды тізбектей қосу тәсілдері негізінде К-2 атмосфералық колоннасында өндірілетін бензин фракцияларын мен мазут сапаласын бағалайтын келесі айқын емес модель құрылымы идентификацияланды:

$$\hat{y}_j = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 x_5 + \hat{a}_2 x_6 + \hat{a}_3 x_5^2 + \hat{a}_4 x_5 x_6 + \hat{a}_5 x_6^2 \approx b_j, j = \overline{8,11}, \quad (13)$$

мұндағы $\hat{y}_8, \hat{y}_9, \hat{y}_{10}$ – сәйкесінше, бензиндік фракцияларының қайнау температураcының соңын сипаттайды, $b_8 \approx 200$, $b_9 \approx 280$, $b_{10} \approx 350^\circ\text{C}$, ал \hat{y}_{11} – мазуттың қайнау температураcының басы сипаттайды, $b_{11} \approx 350^\circ\text{C}$.

Содан кейін (13) айқын емес модельдерінің әр қайсысы (5) өрнегі негізінде $\alpha = \{0.5; 0.8; 1\}$ деңгейлерінде 5 айқын модельдер жиынына түрлендіріліп, REGRESS программасы арқылы параметрлерлік идентификацияланды. $\alpha = \{0.5; 0.8; 1; 0.8; 0.5\}$ деңгейлерінде идентификацияланған параметрлер (6) өрнегі негізінде біріктіру нәтижесінде К-2 колоннасы шығысындағы алынған бензиндік фракциялар мен мазуттың сапасын бағалвайтые келесі модельдер алынды:

$$\hat{y}_8 = 100.00000 + 0.15385x_5 + 30.00000x_6 + 0.00118x_5^2 \approx 200, \quad (14)$$

$$\hat{y}_9 = 137.5000 + 0.11000x_5 + 41.25000x_6 + 0.00044x_5^2 \approx 280. \quad (15)$$

$$\hat{y}_{10} = 175.000 + 0.10294x_5 + 52.50000x_6 + 0.00030x_5^2 \approx 350, \quad (16)$$

$$\hat{y}_{11} = 175.000 + 0.10606x_5 + 52.50000x_6 + 0.00032x_5^2 \approx 350. \quad (17)$$

Жоғарыда идентификацияланған мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысы атмосфералық блогының К-1, К-2 колонналары модельдерінде (2),(3),(7),(9)–(12) және (14)–(17) коэффициенттері нөл не нөлгн жақын регрессорлар колоннаның шығыс параметрлеріне әсер етпейтіндіктен ескерілмеген.

Талқылау

Атмосфералық блок шығысындағы мұнай өнімдері көлемдерін анықтау модельдер (2),(3), (9)–(12) сызықтық емес регрессиондық теңдеулер түрінде идентификацияланған. Аталған модельдердің құрылымдары мен параметрлері регрессорларды тізбектей қосу тәсілдемесі мен эксперименталдық-статистикалық тәсілдер және ең кіші квадраттар тәсілі жүзеге асырылған REGRESS прораммасы көмегімен идентификацияланған.

Айқынсыздықта бензиндік фракциялар мен мазуттың сапа көрсеткіштерін бағалайтын (7),(14)–(17) айқын емес модельдердің құрылымдары регрессорларды тізбектей қосу тәсілдемесі идесы негізінде идентификацияланған. Ал бұл модельдердің белгісіз айқын емес параметрлерлерін идентификациялау үшін айқын емес модельдер α деңгейлі жиындар көмегімен айқын модельдер жиынныңына келтірілген. Содан кейін алынған айқын модельдердің белгісіз параметрлері REGRESS прораммасы арқылы идентификацияланып, оларды (6) формуласы арқылы біріктіру арқылы (14)–(17) айқын емес модельдері алынған.

Қолжетімді түрлі, соның айқын емес ақпаратты қолдануға негізделіп, ұсынылған күрделі формализациялантын нысандардың статистикалық, айқын емес модельдерін құру тәсілдемесі тиімділігі оның мақсаттық өнімлердің көлемін арттырып, сапасын айқынсыздықта бағалау арқылы жақсарту мүмкіндігімен негізделеді. Ұсынылған тәсілдеменің тиімділігі ШҚТ, эксперттердің тәжірибесі, білімі мен түйсігі болып табылатын қосымша айқын емес ақпаратты модель құруда қосымша пайдалануымен және құрылған модельдердің жоғары адекваттылығымен

анықталады. Қосымша айқын емес ақпаратты қолдана отырып құрылған модельдер негізінде атмосфералық блоктың жұмыс режимін оптимизациялау арқылы ең маңызды болып табылатын бензиндік фракциялардың көлемдері сағатына орташа алғанда 2,7 тоннаға, немесе шамамен 6.8%-ға артты. Сонымен қатар құрылған айқын емес модельдер басқа тәсілдермен анықталмайтын өнімдердің айқынсыздықпен сипатталатын сапа көрсеткіштерін де қадағалауға және жақсартуға мүмкіндік береді. Бұның барлығы атмосфералық блоктың экономикалық тиімділігін жайтарлықтай арттырып, түсетін пайданы анағұрлым арттырады.

Қорытынды

Мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысы атмосфералық блогы К-1 ректификациондық және К-2 атмосфералық колонналарының модельдерін түрлі сипаттағы қолжетімді, соның ішінде айқын емес ақпарат негізінде құру мәселелері зерттеліп шекшілген.

Зерттеу барысында келесі негізгі нәтижелер алынып, қорытындылар жасалған:

1) Атырау МӨЗ атмосфералық блогының К-1, К-2 колонналары модельдері қолжетімді эксперименталдық-статистикалық, айқын емес ақпараттар және эксперттік бағалау мен айқын емес жиындар тәсілдері негізінде құрылды. Айқын емес ақпарат ретінде табиғи тілде мазмұндалған ШҚТ, эксперттердің тәжірибесі, білімі және интуициясы қолданылады. Түрлі мипаттағы жүйелі қолдану, жүйенің синергиялық әсері мен эмердженттік қасиетіне есебінен формализациялануы күрделі өндірістік нысандардың тиімді модельдерін құруға мүмкіндік береді.

2) Атмосфералық блоктың К-1, К-2 колонналары кіріс параметрлері мен олардың шығысындағы өнімдердің көлемдерін сипаттайтын шығыс параметрлері айқын болғандықтан, өнімдердің көлемін сипаттайтын статистикалық модельдер регрессиялық тендеулер түрінде идентификацияланған.

3) К-1 ректификациондық және К-2 атмосфералық колонналары шығысындағы мұнай өнімдерінің сапа көрсеткіштері айқынсыздықпен сипатталатындықтан, өнімдер сапасын бағалайтын айқын емес модельдер айқын емес регрессиялық тендеулер түрінде идентификацияланған. Бұл модельдердің айқын емес параметрлерін анықтау үшін модификацияланған ең кіші квадраттар тәсілі мен айқын емес жиындар теориясының α деңгейлі жиындары қолданылған.

Күрделі формализацияланатын өндірістік нысандардың модельдерін қолжетімді түрлі сипаттағы ақпараттар негізінде құруға ұсынылып, қолданылған тәсілдеменің жаңашылдығы, оның статистикалық деректер мен ШҚТ, эксперттердің айқынсыздықпен сипатталатын білімін, тәжірибесін, тұжырымын қолдануымен анықталады.

ӘДЕБИЕТ

Алиев Р.А., Церковный А.Е., Мамедова Г.А. (2018). Управление производством при нечеткой исходной информации. Издательство Энергоатомиздат. — Москва; 2018, — 250 с.

Beltrami J.N., Lu G.Q. (2020). Processing of Primary and Secondary Fuels: Perspective on Petroleum Refining // Energy Storage Systems. 2020. — Vol. 2(1). — P. 1–28. <http://www.colss.net/Eolss-sampleAll-Chapter.aspx>

Сулэйменов Е.Б., Тулеуов Ж.Н. (2019). Технологический регламент установки первичной переработки нефти ЭЛОУ-АТ-2. — Атырау, изд. АУНГ, 2019. — 112 с.

Chen F., Qiu X., Alattas K.A., Mohammadzadeh A., Ghaderpour E. (2022). A New Fuzzy Robust Control

for Linear Parameter-Varying Systems // *Mathematic*, 2022. — Vol. 10. — № 18. — 3319. — Pp. 37–55. <https://doi.org/10.3390/math10183319>

Douglas A.M., Danny A.M. (2021). *Statistical Methods in Experimental Pathology: A Review and Primer* // *The American Journal of Pathology*. 2021. — Vol. 191. — I 5. — Pp. 784–794. — <https://doi.org/10.1016/j.ajpath.2021.02.009>

Fayaz M., Ahmad S., Ullah I., Kim D. (2018). A Blended Risk Index Modeling and Visualization Based on Hierarchical Fuzzy Logic for Water Supply Pipelines Assessment and Management // *Processes*. 2018. — Vol. 6. — Pp. 02–112.

Freedman D.A. (2019). *Statistical Models*, Cambridge University Press. 2019, — 327 p.

Гуцыкова С. (2017). *Методы экспертных оценок. Теория и практика*. — М.: Когито-Центр. 2017. — 144 с.

Zimmermann H.J. (2018). *Fuzzy Set Theory – and Its Applications*. Springer Science+Business Media, LLC. Fifth Edition 2018. — p. 525. — DOI: 10.1007/978-94-010-0646-0

Кафаров В.В., Глебов М.Б. *Математическое моделирование основных технологических объектов химического производства*. — Москва. Высшая школа. — 417 с.

Жоров М. (2015). *Расчеты и моделирование термokatалитических процессов в нефтепереработке*. — Москва: Энергоатомиздат, 2015. — 307 с.

Zahedi S. (2018). Modeling of operating modes of technological units of oil refineries // *Petroleum & Coal*. 2018. — Vol. 67. — № 3. — Pp. 33–49.

Zhuang W., Li Y., Qiu G. (2022). Statistical inference for a relaxation index of stochastic dominance under density ratio model // *Journal of Applied Statistics*, 2022. — Vol. 49. — № 15. — Pp. 3804–3822. — <https://doi.org/10.1080/02664763.2021.1965966>

Orazbayev B., Ospanov Ye., Makhatova V., Salybek L., Abdugulova Z., Suleimenova S., Orazbayeva K. (2023). Methods of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making for Controlling the Operating Modes of the Stabilization Column of the Primary Oil-Refining Unit // *Mathematics*. 2023. — Vol. 11. — 2820. — Pp. 1–20. — <https://doi.org/10.3390/math11132820>

Orazbayev B.B., Zhumadillayeva A., Kabibullin M., James M.C., Orazbayeva K., Yue X.G. (2023). A Systematic Approach to the Model Development of Reactors and Reforming Furnaces with Fuzziness and Optimization of Operating Modes// *IEEE Access* 2023, — Vol. 11. — Pp. 74980–74996. — DOI 10.1109/ACCESS.2023.3294701

Reverberi A.P., Kuznetsov N.T., Meshalkin V.P., Salerno M., Fabiano B. (2016). *Systematical Analysis of Chemical Methods in Metal Nanoparticles Synthesis* // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. 2016. — Vol. 50. — №1. — Pp. 63–75.

Wen Z.Z., Wang, Hui W.D. (2018). Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model // *Mathematical and Computer Modelling*. 2018. — Vol. 56. — Pp. 152–166.

REFERENCES

Aliev R.A., Cerkovnyj A.E., Mamedova G.A. (2018). *Upravlenie proizvodstvom pri nechetkoj ishodnoj informacii*. Izdatel'stvo Jenergoatomizdat. — Moskva; 2018. —250 p.

Beltramini J.N., Lu G.Q. (2020). Processing of Primary and Secondary Fuels: Perspective on Petroleum Refining // *Energy Storage Systems*. 2020. — Vol. 2(1). — Pp. 1–28. — <http://www.eolss.net/Eolss-sampleAllChapter.aspx>

Chen F., Qiu X., Alattas K.A., Mohammadzadeh A., Ghaderpour E. (2022). A New Fuzzy Robust Control for Linear Parameter-Varying Systems // *Mathematic*, 2022. — Vol. 10. — № 18. — 3319. — Pp. 37–55. — <https://doi.org/10.3390/math10183319>

Douglas A.M., Danny A.M. (2021). *Statistical Methods in Experimental Pathology: A Review and Primer* // *The American Journal of Pathology*. 2021. — Vol. 191. — I 5. — Pp. 784–794. — <https://doi.org/10.1016/j.ajpath.2021.02.009>

Fayaz M., Ahmad S., Ullah I., Kim D. (2018). A Blended Risk Index Modeling and Visualization Based on Hierarchical Fuzzy Logic for Water Supply Pipelines Assessment and Management // *Processes*. 2018. — Vol. 6. — Pp. 02–112.

Freedman D.A. (2019). *Statistical Models*, Cambridge University Press. 2019, — 327 p.

- Zhorov M. (2015). Raschety i modelirovanie termokataliticheskikh processov v neftepererabotke. — Moskva: Jenergoatomizdat, 2015. — 307 p.
- Zahedi S. (2018). Modeling of operating modes of technological units of oil refineries // *Petroleum & Coal*. 2018. — Vol. 67. — № 3. — Pp. 33–49.
- Zhuang W., Li Y., Qiu G. (2022). Statistical inference for a relaxation index of stochastic dominance under density ratio model // — *Journal of Applied Statistics*, 2022. — Vol. 49. — № 15. — Pp. 3804–3822. — <https://doi.org/10.1080/02664763.2021.1965966>
- Zimmermann H.J. (2018). Fuzzy Set Theory – and Its Applications. Springer Science+Business Media, LLC. Fifth Edition 2018. — p.525. — DOI: 10.1007/978-94-010-0646-0
- Kafarov V.V., Glebov M.B. Matematicheskoe modelirovanie osnovnyh tehnologicheskikh ob#ektov himicheskogo proizvodstva. — Moskva. Vyshaja shkola. — 417 p.
- Gucykova S. (2017). Metody jekspertnyh ocenok. Teorija i praktika. — M.: Kogito-Centr. 2017. —144 p.
- Orazbayev B., Ospanov Ye., Makhatova V., Salybek L., Abdugulova Z, Suleimenova S., Orazbayeva K. (2023). Methods of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making for Controlling the Operating Modes of the Stabilization Column of the Primary Oil-Refining Unit // *Mathematics*. 2023. — Vol. 11, — 2820. — Pp. 1–20. — <https://doi.org/10.3390/math11132820>
- Orazbayev B.B., Zhumadillayeva A., Kabibullin M., James M.C., Orazbayeva K., Yue X.G. (2023). A Systematic Approach to the Model Development of Reactors and Reforming Furnaces with Fuzziness and Optimization of Operating Modes// — *IEEE Access* 2023. — Vol. 11. — Pp.74980–74996. — DOI 10.1109/ACCESS.2023.3294701
- Reverberi A.P., Kuznetsov N.T., Meshalkin V.P., Salerno M., Fabiano B. (2016). Systematical Analysis of Chemical Methods in Metal Nanoparticles Synthesis // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering*. 2016. — Vol. 50. — №1. —Pp. 63–75.
- Sulejmenov E.B. (2019). Tuleuov Zh.N. Tehnologicheskij reglament ustanovki pervichnoj pererabotki nefiti JeLOU-AT-2. —Atyrau, izd. AUNG, 2019. — 112 p.
- Wen Z.Z., Wang, Hui W.D. (2018). Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model // *Mathematical and Computer Modelling*. 2018. — Vol. 56. — Pp. 152–166.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 297–309
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.284>

ЭОЖ (УДК) 004. 896
ФТАХР (МРНТИ) 20.51.17

© A. Seitenov^{1,2*}, T. Zhukabayeva¹, S. Al-Majeed³, 2024

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

²Astana IT University, Astana, Kazakhstan;

³Al Akhawayn University, Ifrane, Morocco.

E-mail: altynbekss@gmail.com

DESIGNING A MODEL OF A TELEMEDICINE INFORMATION SYSTEM WITH ELECTRONIC MEDICAL RECORD

Seitenov Altynbek — PhD student, Doctoral student of L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: altynbekss@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5777-4363>;

Zhukabayeva Tamara — PhD, Professor, Department of Information Systems, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: tamara.kokenovna@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6345-5211>;

Al-Majeed Salah — PhD, Professor, Department of Science and Engineering, Al Akhawayn University, Ifrane, Morocco

E-mail: salah.almajeed@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5932-9658>.

Abstract. The health information system facilitates the monitoring and management of electronic patient data in healthcare settings and also provides a program for assessing health outcomes, accessible to both doctors and patients, as part of the telemedicine field. It is important to emphasize the need for functions in the system: monitoring the health status of patients, identifying diseases and providing their subsequent treatment. Based on the abundance of data flow and additional business processes, proper use of working time without data loss is required. To solve one of these problems, a medical information system project was developed, designed to maintain electronic medical records of patients based on web services for the effective use of the platform. The proposed program model consolidates all medical records, visits, and feedback in one place and allows results to be compared across time points. This gives patients the opportunity to access their medical history in a convenient and secure format,

Keywords: telemedicine system, electronic medical record, medical information system, health information system, telemedicine platform, remote medical appointment, telemedicine application

© А. Сейтенов^{1,2*}, Т. Жукабаева¹, С. Ал-Маджид³, 2024

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

²Astana IT University, Астана, Қазақстан;

³Al Akhawayn University, Ифран, Марокко.

E-mail: altynbekss@gmail.com

ЭЛЕКТРОНДЫҚ МЕДИЦИНАЛЫҚ ТӨЛҚҰЖАТЫ МЕН ТЕЛЕМЕДИЦИНА АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІНІҢ МОДЕЛІН ЖОБАЛАУ

Сейтенов Алтынбек — докторант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: altynbekss@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5777-4363>;

Жукабаева Тамара — Ph.D., профессор, Ақпарат жүйелер кафедрасы Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: tamara.kokenovna@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6345-5211>;

Ал-Маджид Салах — Ph.D., профессор, Ғылым және инженерия кафедрасы, Al Akhawayn University, Ифран, Марокко

E-mail: salah.almajeed@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5932-9658>.

Аннотация. Денсаулық сақтаудың ақпараттық жүйесі денсаулық сақтау мекемелерінде пациенттердің электронды деректерін бақылауды және басқаруды жеңілдетеді, сонымен қатар телемедицина саласының бөлігі ретінде дәрігерлерге де, пациенттерге де қолжетімді денсаулық нәтижелерін бағалау бағдарламасын ұсынады. Жүйедегі функциялардың қажеттілігін атап өту маңызды: пациенттердің денсаулық жағдайын бақылау, ауруларды анықтау және оларды кейінгі емдеуді қамтамасыз ету. Деректер ағынының және қосымша бизнес-процестердің көптігі негізінде деректерді жоғалтпай жұмыс уақытын дұрыс пайдалану қажет. Осы мәселелердің бірін шешу үшін платформаны тиімді пайдалану үшін веб-қызметтердің негізінде пациенттердің электронды медициналық жазбаларын жүргізуге арналған медициналық ақпараттық жүйе жобасы әзірленді. Ұсынылған бағдарлама үлгісі барлық медициналық жазбаларды, баруларды және кері байланысты бір жерде біріктіреді және нәтижелерді уақыт нүктелері бойынша салыстыруға мүмкіндік береді. Бұл пациенттерге өздерінің медициналық тарихына ыңғайлы және қауіпсіз форматта қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: телемедицина жүйесі, электронды медициналық карта, медициналық ақпараттық жүйе, денсаулық сақтаудың ақпараттық жүйесі, телемедициналық платформа, қашықтан дәрігерлік қабылдау, телемедицина қосымшасы

© А. Сейтенов^{1,2*}, Т. Жукабаева¹, С. Ал-Маджид³, 2024

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

²Astana IT University, Астана, Казахстан;

³Al Akhawayn University, Ифран, Марокко.

E-mail: altynbekss@gmail.com

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ С ЭЛЕКТРОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ КАРТОЙ

Сейтенов Алтынбек — докторант, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: altynbekss@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5777-4363>;

Жукабаева Тамара — Ph.D., профессор, кафедра Информационных систем, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: tamara.kokenovna@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6345-5211>;

Ал-Маджид Салах — Ph.D., профессор, кафедра Науки и Инженерии, Al Akhawayn University, Ифран, Марокко

E-mail: salah.almajeed@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5932-9658>.

Аннотация. Медицинская информационная система способствует мониторингу и управлению электронными данными о пациентах в медицинских учреждениях, а также предоставляет программу для оценки результатов о состоянии здоровья, доступную как для врачей, так и для пациентов каждого, являющегося частью сферы телемедицины. Важно подчеркнуть необходимость работы функций в системе: наблюдение за состоянием здоровья пациентов, выявление заболеваний и предоставление их последующего лечения. Исходя из обилия потока данных и дополнительных бизнес-процессов, требуется грамотное использование рабочего времени без потери данных. Для решения одной из таких проблем был разработан проект медицинской информационной системы, предназначенный для ведения электронных медицинских карт пациентов на базе веб сервисов для эффективного использования платформы. Предлагаемая модель программы объединяет все медицинские записи, посещения и отзывы в одном месте, а также позволяет сравнивать результаты в разные моменты времени. Это дает пациентам возможность получать доступ к своей медицинской истории в удобном и безопасном формате.

Ключевые слова: система телемедицины, электронная медицинская карта, медицинская информационная система, информационная система здравоохранения, платформа телемедицины, дистанционный медицинский прием, телемедицинское приложение

Введение

Повседневные информационные технологии все больше проникают в различные сферы жизни человека и помогают улучшить ее качество. В сфере здравоохранения, с развитием компьютеров и IT-технологий, а также технологий систем телемедицины медицинские сотрудники избавляются от выполнения рабочих процессов с помощью автоматизации системы с целью улучшения оказания медицинских услуг. Это экономит самый ценный ресурс в здравоохранении — время, которое можно использовать для более важных задач, особенно когда от этого зависит здоровье пациента. Поэтому внедрение информационных технологий

и цифровизация в здравоохранении являются неотъемлемой необходимостью. Одной из ключевых технологий в системе здравоохранения, которая изменила традиционные рабочие процессы является медицинская информационная система (Abdumanonov, 2016).

Медицинская информационная система (МИС) выполняет множество функций. Одна из частей – электронная медицинская карта для регистрации и ведения информации о пациенте, которая является неотъемлемой частью платформы здравоохранения. Это программа, без которой невозможно представить нормальное функционирование операционных процессов в медицинской организации. Медицинская карта пациента содержит подробную информацию о пациенте, позволяет контролировать состояние его здоровья, своевременно выявлять заболевания и проводить лечение, а также обеспечение дистанционного приема медицинскими сотрудниками (Abdumanonov, 2016).

В связи с большим объемом информации, которую необходимо хранить и быстро, доступно извлекать этот процесс отнимает у медицинских работников много времени. Поэтому становится критически важным объединение всей информации о пациентах в единую базу данных, особенно учитывая, что эти данные часто разбросаны по разным медицинским учреждениям, которые обслуживают пациента (Minor, 2017).

Одной из функционалов медицинской информационной системы является электронная медицинская карта (ЭМК). В ЭМК важен удобный и понятный функционал для хранения и управления данными о пациентах, не исключая, что врач и пациент дислоцированы на любом расстоянии друг от друга. Приложение с электронной медицинской картой, предназначенное как для врачей, так и для пациентов позволяет пользователям обмениваться данными, особенно при записи на прием к специалисту, и упрощает ведение медицинских записей и сокращения бумажной документации. Таким образом, ЭМК, решающая задачу по упрощению ведения медицинской документации, становится необходимым и актуальным аспектом в мире и в Казахстане. Это решает вопрос об удобстве идентификации личной медицинской записи без фактического предоставления медицинских оригиналов: рентгеновских снимков и лечебных назначений, особенно если существует риск потери документов при перемещении пациента с одного пункта в другой. Медицинская система с поддержкой ЭМК прекрасно синхронизирует данные о состоянии здоровья пользователей и снижает объем бумажной документации, сделав процесс более эффективным и удобным (Abdumanonov, 2016; Minor, 2017).

Согласно приведенной информации, целью статьи является представление нового подхода к разработке модели медицинской информационной системы с функцией электронных карт пациентов для создания решения, способного объединить все медицинские записи, визиты и обзоры в одном месте и сравнивать результаты с течением времени. Более того, структура статьи организована следующим образом. В следующем разделе представлен обзор литературы по выбранной теме исследования. Раздел 3 содержит обзор методов и архитектур, применяемых для разработки медицинских информационных платформ. В разделе 4 приведены выводы данного исследования и предложения по возможным направлениям будущей работе исследования.

Материалы и основные методы

С начала XX-го века медицинская документация начала претерпевать заметные изменения, которые повлекли за собой значительные усовершенствования в способах записи, хранения и доступности информации о пациентах (Minor, 2017).

Традиционные бумажные медицинские записи, несомненно, служили своей цели, но они при этом сопровождалась серьезными проблемами, такими как потеря информации, ограниченные возможности поиска и отсутствие единого стандарта в медицинской документации. Это могло затруднять обмен информацией между врачами, а также увеличивать риски ошибок в диагностике и лечении пациентов. Несмотря на длительный процесс развития, электронные медицинские записи (ЭМК) последовательно не удовлетворяли потребности в эффективном и индивидуализированном обслуживании пациента (Minor, 2017).

Самый первый значительный шаг произвел Институт Регенстре в США, создав первую электронную медицинскую карту (ЭМК) в 1972 году. Создание ЭМК системы открыло новые возможности для сохранения и обмена информацией о пациентах. Это было первым шагом к созданию цифровых медицинских регистров (Bassi et al., 2010).

Однако высокая стоимость стала существенным барьером для широкого распространения, что привело к ограниченному внедрению. Значительное толчком стал Закон Президента Обамы о восстановлении и реинвестировании Америки 2009 года. С тех пор было разработано несколько программ медицинский информационных программ с поддержкой ЭМК-системы, широко распространенной в мире. Несмотря на то, что идея компьютеризации медицинской информации пациентов существовала на протяжении некоторого времени, ее широкое признание нашла лишь недавно (Bassi et al., 2010; Allison, 2015).

Рукописные записи, машинописные отчеты и результаты медицинских тестов, которые ранее составляли медицинскую историю пациентов до появления электронных медицинских систем, обычно хранились в бумажном формате. В настоящее время все меньше медицинских учреждений прибегают к использованию бумажных медицинских записей и все больше переходят к электронным медицинским записям (Bassi et al., 2010; Allison, 2015).

Способы хранения информации о пациентах претерпели значительные изменения, и традиционные бумажные медицинские карты потеряли свою актуальность. Современная культура поведения человека, ставшая более мобильной, приводит к регулярным сменам места жительства, что создает неотложную необходимость в передаче медицинских записей от одного медицинского сотрудника к другому без привязки к одному медицинскому учреждению. Более того, современные пациенты часто не ограничиваются взаимодействием только с врачами общей практики. С развитием специализации и внедрением новых диагностических и профилактических методов важным становится возможность обмена информацией об исследованиях и обследованиях между различными специалистами и медицинскими учреждениями без потери данных и отвечающая единому формату хранения и отображения информации о пациенте (Pinevich, 2021).

В случае Казахстана Министерство здравоохранения Республики Казахстан стремится (МЗ РК) интегрировать частные информационные системы

здравоохранения с собственной информационной системой с целью оперативного и точного создания учетных документов, мониторинга и анализа данных, а также обеспечения эффективного управления и диагностики (Перечень МИС, n.d.). Согласно официальным данным, на сегодняшний день существует официальные медицинские информационные системы управления, зарегистрированные в перечне МИС, соответствующих требованиям к работе МЗ РК, таких как МИС «Авиценна», МИС «MedElement», МИС «Damumed» и другие. Эти системы были созданы путем интеграции информационных систем государственных органов и Министерства здравоохранения, что позволило значительно улучшить эффективность и производительность работы медицинского персонала (Перечень МИС, n.d.).

МИС с поддержкой ЭМК обладают рядом существенных преимуществ, которые вносят изменения в традиционное понимание ведения медицинских карт пациентов, методов доступа к этим записям и взаимодействия между пациентами и врачами. Они также содействуют повышению уровня конфиденциальности пациентов, уменьшению медицинских ошибок и обеспечению безопасности пациентов. Кроме того, система предоставляет пользователям доступ к различным ресурсам, таким как отчеты и медицинское назначение, с целью поддержки принятия клинических решений (Flory et al., 1997).

Системы с ЭМК могут включать удобные электронные интерфейсы, которые упрощают процесс ввода данных в компьютеры. При этом данные о состоянии здоровья пациента хранятся и представляются различными понятными способами для пользователей (Borst et al., 1995; Bodenheimer, 2005). Кроме того, в такие системы могут быть интегрированы другие медицинские документы, включая рентгеновские снимки и эхокардиографические изображения. ЭМК способствуют улучшению обмена медицинскими записями и доступности для уполномоченных лиц. Важным аспектом стало также обеспечение переносимости данных о пациентах. Доступ к ЭМК может быть предоставлен удаленно, что позволяет зарегистрированным пользователям получать доступ к ней через безопасные сети с любой точки, обеспечивая оперативное принятие решений. Например, авторизованные пользователи могут получить доступ к системе из дома или рабочего места в рамках установленных принципов ограничения и мониторинга доступа к информации о пациентах (Borst et al., 1995; Bodenheimer, 2005).

Широкое распространение использования системы с поддержкой ЭМК в медицинских учреждениях сдерживается рядом следующих вопросов. Ключевыми препятствиями на пути эффективного внедрения МИС с ЭМК являются административная приверженность, отсутствие инфраструктуры и участие поставщиков медицинских услуг (Bodenheimer, 2005; Miller & Sim, 2004; Ludwick & Doucette, 2009).

Проблемы с конфиденциальностью и безопасностью являются дополнительными препятствиями для использования системы с ЭМК. Из-за личного характера, важности и возможных последствий злонамеренного использования данных конфиденциальности и безопасности медицинской информации уделяется большое внимание. Когда личная информация человека, например, медицинская информация, собирается, раскрывается или используется вторичным образом без его согласия, его право на неприкосновенность частной жизни нарушается. Защита

электронных медицинских карт пациентов является сложной задачей в связанном цифровом мире (Gillum, 2013; Dick et al., 1997; Aspden et al., 2004).

Для обеспечения доверия пациентов и поставщиков услуг к использованию ЭМК процессы безопасности имеют первостепенное значение. Недостатки безопасности в медицинских организациях могут нанести серьезный вред как учреждению, так и пациенту. Организации должны тщательно учитывать административные и технологические факторы, связанные с безопасностью МИС-систем, из-за серьезных последствий, связанных с нарушением безопасности (Gillum, 2013). Физическая безопасность всей сети — от центрального хранилища данных до многочисленных настольных и мобильных устройств, используемых сотрудниками учреждения, должна быть отражена в плане безопасности организации (Gillum, 2013; Dick et al., 1997; Aspden et al., 2004).

В рамках данного исследования было принято решение провести анализ существующей платформы, зарегистрированной в перечне МИС МЗ РК, действующей в Казахстане для выявления всех сторон бизнес процессов. Данный анализ поможет выявить все технологические аспекты для реализации собственного продукта с учетом сильных и слабых сторон систем

Систематический анализ МИС системы

Медицинская информационная платформа MedElement представляет собой набор «облачных» сервисов и справочных систем, предназначенных для использования врачами и медицинскими организациями, предоставляющая возможность осуществлять сервисы ЭМК (Medelement, n.d.). Основной целью проекта MedElement является повышение качества медицинской помощи и улучшение общего здоровья населения на Рисунке 1.

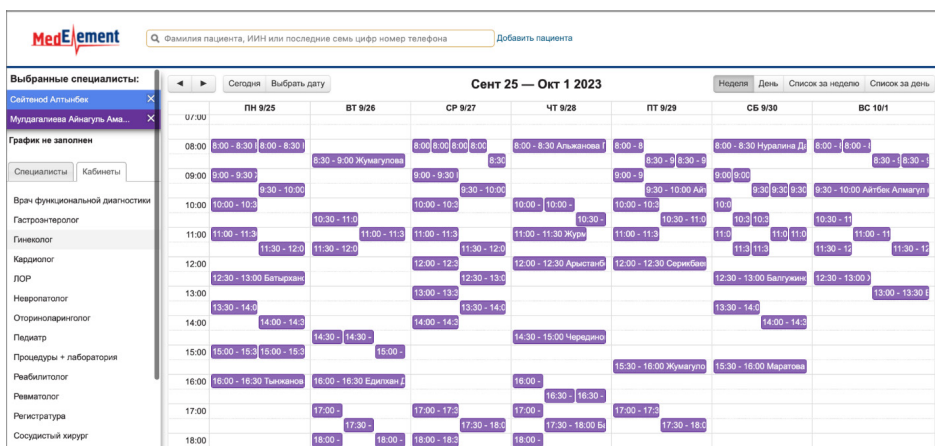


Рисунок 1 – МИС MedElement

Проанализировав функции и бизнес-процессы медицинской информационной системы “MedElement” как платформа для Телемедицины можно выделить следующие ключевые преимущества платформы:

1. Универсальный доступ к информации и веб-сервисам из любой точки мира благодаря использованию облачного хранилища данных.
2. Удобное взаимодействие между медицинской клиникой и пациентом с использованием простых веб-сервисов.

3. Обширная база медицинской информации, собранная на одной платформе, что обеспечивает удобный доступ к необходимым знаниям и ресурсам.

Из сильных сторон, выявленных в ходе анализа, следует отметить следующие (Рисунок 2):

Удобный и интуитивно понятный интерфейс платформы, что обеспечивает пользователям быстрый и эффективный доступ к необходимой информации

Расширенный функционал платформы, позволяющий пользователям записываться на прием к врачу, получать онлайн-консультации и проводить диагностические исследования, а также получать результаты анализов и обследований

Наличие мобильного приложения, обеспечивающего доступ к платформе в любом месте и в любое время

Высокий уровень безопасности и конфиденциальности личной информации, что способствует доверию пользователей к платформе

Предоставление API для интеграции сервисов платформы с другими информационными системами, что открывает перспективы для дополнительного развития и расширения функциональности.

Рисунок 2 – Системный анализ преимуществ системы
Среди недостатков можно выделить следующие на Рисунок 3:

Ограниченный выбор врачей и медицинских учреждений на платформе, что может ограничить возможности пациентов, ищущих специализированные услуги или предпочитающих конкретных врачей

Ограниченные возможности онлайн-консультаций, поскольку некоторые заболевания и проблемы требуют личного осмотра и непосредственного взаимодействия с врачом или дистанционной видеоконференции

Недостаточно быстрый отклик службы поддержки на запросы пользователей, что может быть проблематично для тех, кому необходима срочная помощь или поддержка

Возможные трудности у некоторых пользователей в использовании платформы, особенно у тех, кто не имеет опыта работы с технологиями или доступа к высокоскоростному интернету

Сочетание разных модулей с разным дизайном и интерфейсом пользователя, что может вызвать недопонимание у пациентов при использовании сайта

Рисунок 3 – Системный анализ преимуществ системы

При проектировании МИС системы с веб-сервисом как электронная медицинская карта, следует обсудить и упомянуть вышеизложенные моменты в разрабатываемой платформе. Следственно используемые технологии, модели и инструменты для проектирования и разработки МИС системы необходимы соответствовать поставленным требованиям в рамках реализации продукта исследовательской работы.

Проектирование МИС модели

В данном разделе предоставляется детальное объяснение структуры модели Электронных Медицинских Записей. В целях обеспечения надежной и гибкой архитектуры приложения был осуществлен анализ существующих медицинских приложений на территории Казахстана, прошедший детальное рассмотрение в предыдущей главе данного исследования. Подчеркнута важность данного анализа состоит в том, что разработанная нами модель проектирования системы ЭМК может быть легко адаптирована для интеграции в существующие телемедицинские приложения, независимо от их степени сходства с исследуемыми приложениями. Это обеспечивает непрерывный и бесперебойный обмен информацией между различными телемедицинскими платформами. Особое внимание также уделяется архитектурному проектированию системы с целью устранения зависимости от конкретных поставщиков медицинского оборудования и коммерческих посредников. На следующем на Рисунке 4 представлены основные пользователи системы и их взаимоотношения.

Пациент	Доктор	Администратор
<ul style="list-style-type: none"> •Регистрация •Авторизация •Просмотр/измнения профиля •Получение уведомления •Поиск доктора и клиники •Бронирования записи •Отзыв и комментарии посещения •Просмотр расписания докторов 	<ul style="list-style-type: none"> •Регистрация •Авторизация •Просмотр/измнения профиля •Получение уведомления •Просмотр отзыва о себе •Просмотр личного календаря записей •Открыть прием пациента •Редактирование личного календаря записей 	<ul style="list-style-type: none"> •Просмотр.редакция списка пользователей •Редакция списка услуг •Обновление системы •Редактирование и управление раписание медицинских сотрудников

Рисунок 4 – Диаграмма пользователей и их прав

Система предоставляет пациентам, врачам и алминистратору функциональные возможности для выполнения различных задач. Ниже приводится краткое описание функционала каждого вида пользователя.

Пользователи согласно следующей таблице (Таблица 1):

Таблица 1
Виды пользователей и их роли

Пользователи	Роль и функции
Пациент	Пользуется системой для организации визитов, планирования приемов и получения уведомлений.
Врач	Использует систему для просмотра расписания, создания клинических записей о пациентах и управления временем.
Администратор системы	Отвечает за мониторинг и управление функционалом системы, включая управление расписанием и базой данных.

Пациент — пользователь, который активно пользуется системой для организации своих визитов, планирования приемов к врачам и в клиники, а также для получения уведомлений личного характера.

Врач — медицинский работник, который использует систему для просмотра собственного расписания с пациентами, создания клинических записей о пациенте и управления личным расписанием.

Администратор системы — сотрудник, ответственный за мониторинг и управление функционалом информационной системы. Его обязанности включают в себя редактирование расписания врачей, обновление информационной базы данных, добавление и редактирование информации о клинике, услугах, медикаментах, а также просмотр и редактирование списков врачей и пациентов.

Функционалы использования:

Регистрация: Пациенты и врачи могут зарегистрироваться в системе, предоставив свои данные.

Вход в систему: Пациенты и врачи могут войти в систему, используя свои зарегистрированные учетные данные.

Просмотр и редактирование профиля: Пациенты и врачи могут просматривать и обновлять свою личную информацию.

Получение уведомлений: Пациенты могут получать уведомления о своих записях, в то время как врачи могут получать уведомления о своем расписании.

Поиск врачей: Пациенты могут искать врачей по различным критериям, таким как услуги, специализация и доступность.

Запись на прием: Пациенты могут записываться на прием к врачам в соответствии с их доступностью и предпочтениями.

Написание отзыва о враче: Пациенты могут делиться отзывами и оценками, основанными на своем опыте коммуникации с врачом.

Просмотр отзывов: Врачи могут просматривать отзывы и оценки, предоставленные их пациентами.

Просмотр расписания врачей: Врачи могут просматривать свои расписания для управления приемами.

Создание медицинской записи: Врачи могут создавать медицинские записи для своих пациентов.

Редактирование расписания: Врачи и администраторы могут редактировать расписания для эффективного управления приемами.

Просмотр/редактирование списка врачей и пациентов: Администраторы могут просматривать и редактировать список врачей и пациентов в системе.

Добавление/редактирование медикаментов: Администраторы могут добавлять и редактировать список доступных медикаментов в системе.

Обновление системы: Администраторы могут обновлять схемы системы, добавляя новые услуги и специализации.

Добавление/редактирование клиники: Администраторы могут добавлять и редактировать информацию о клинике в системе.

Список вариантов использования обеспечивает описательное представление функций системы и агентов, участвующих в МИС системе. В нем освещаются различные задачи, выполняемые пациентами, врачами и администраторами в системе, а также то, как разные вилы пользователей взаимодействуют с системой. Данное описание можно использовать в качестве справочного материала при проектировании и реализации приложения в Телемедицины.

Дискуссия

Развитие информационной системы управления в сфере Телемедицины может произвести улучшение в сфере оказания медицинской помощи и результатов лечения пациентов. Такая система может принести множество преимуществ, включая оптимизацию процессов, повышение эффективности и улучшение взаимодействия между поставщиками медицинских услуг. Одним из ключевых преимуществ МИС системы является автоматизация и интеграция различных административных задач. Это включает в себя планирование посещений, регистрацию пациентов, ведение электронной медицинской документации, выставление счетов за услуги, управление запасами и отчетность. Оцифровывая эти процессы, медицинские учреждения могут сократить бумажную работу, свести к минимуму ошибки и повысить эффективность работы.

Кроме того, хорошо спроектированная система управления может облегчить беспрепятственное взаимодействие и сотрудничество между медицинскими работниками. Она может обеспечить обмен информацией о пациентах, результатами анализов и планами лечения в режиме реального времени, гарантируя, что все члены медицинской команды будут хорошо информированы и смогут обеспечить своевременную и скоординированную помощь. Это может привести к повышению безопасности пациентов, уменьшению числа медицинских ошибок и улучшению результатов лечения пациентов.

Тем не менее, разработка системы управления в области Телемедицины также сталкивается с вызовами. Это требует значительных инвестиций в технологическую инфраструктуру, разработку программного обеспечения и обучение медицинских специалистов. Также необходимо внимательно решать вопросы конфиденциальности и безопасности данных для защиты информации пациентов от несанкционированного доступа или утечек.

Заключение

В заключение отметим, что развитие системы управления в сфере Телемедицины имеет большие перспективы для улучшения качества оказания медицинской помощи и результатов лечения пациентов. Автоматизируя административные задачи, облегчая общение и позволяя принимать решения на основе данных, такая система может повысить операционную эффективность, способствовать сотрудничеству между медицинскими работниками и стимулировать инициативы по улучшению качества. Однако важно решить связанные с этим

проблемы, такие как распределение ресурсов, обучение и безопасность данных, чтобы обеспечить успешное внедрение и долгосрочную устойчивость системы управления. При тщательном планировании, инвестициях и сотрудничестве между поставщиками технологий и организациями здравоохранения разработка надежной системы управления может способствовать развитию здравоохранения и в конечном итоге принести пользу пациентам.

ЛИТЕРАТУРА

Abdumanonov A. (2016). О проектировании медицинских баз данных и информационных систем для организации и управления лечебно-диагностических процессов. Т-Comm - Телекоммуникации и Транспорт. — 10 (1). — 45–53.

Allison G.M., Weigel B. & Holcroft C. (2015). Does electronic medication reconciliation at hospital discharge decrease prescription medication errors?. *International journal of health care quality assurance*. — 28(6). — 564–573.

Aspden P., Corrigan J.M., Wolcott J. & Erickson S.M. (2004). Key capabilities of an electronic health record system: Letter report. In *Patient Safety: Achieving a New Standard for Care*. National Academies Press (US).

Bassi J., Lau F. & Bardal S. (2010). Use of information technology in medication reconciliation: a scoping review. *Annals of Pharmacotherapy*. — 44(5). — 885–897.

Bodenheimer T. (2005). High and rising health care costs. Part 2: technologic innovation. *Annals of internal medicine*, — 142(11). — 932–937.

Borst F., Griesser P., Bourdilloud R. & Scherrer J.R. (1995). Fifteen years of medical encoding in the Diogene HIS. *Medinfo. — MEDINFO*, — 8. — 43–46.

Dick R.S., Steen E.B. & Detmer D.E. (Eds.). (1997). *The computer-based patient record: an essential technology for health care*.

Flory A., Verdier C. & Mercatello A. (1997). Conceptual modelling of medical information. *Health and system science*. — 1. — 263–290.

Gillum R.F. (2013). From papyrus to the electronic tablet: a brief history of the clinical medical record with lessons for the digital age. *The American journal of medicine*. — 126(10). — 853–857.

Ludwick D.A. & Doucette J. (2009). Adopting electronic medical records in primary care: lessons learned from health information systems implementation experience in seven countries. *International journal of medical informatics*. — 78(1). — 22–31.

Medelement-Медицинская платформа. (n.d.). Retrieved from <https://medelement.com/>

Miller R.H. & Sim I. (2004). Physicians' use of electronic medical records: barriers and solutions. *Health affairs*. — 23(2). — 116–126.

Minor L.B. (2017). *Harnessing the power of data in health*. Stanford Med. Heal. Trends Rep.

Pinevich Y., Clark K J., Harrison A.M., Pickering B.W. & Herasevich V. (2021). Interaction time with electronic health records: a systematic review. *Applied clinical informatics*. — 12(04). — 788–799.

Перечень МИС. Некоммерческое акционерное общество “Фонд социального медицинского страхования.” (n.d.). <https://fms.kz/zakupki/perechen-mis/>

REFERENCES

Abdumanonov A. (2016). О проектировании медицинских баз данных и информационных систем для организации и управления лечебно-диагностических процессов. Т-Comm - Телекоммуникации и Транспорт. — 10 (1). — 45–53.

Allison G.M., Weigel B. & Holcroft C. (2015). Does electronic medication reconciliation at hospital discharge decrease prescription medication errors?. *International journal of health care quality assurance*. — 28(6). — 564–573.

Aspden P., Corrigan J.M., Wolcott J. & Erickson S.M. (2004). Key capabilities of an electronic health record system: Letter report. In *Patient Safety: Achieving a New Standard for Care*. National Academies Press (US).

Bassi J., Lau F. & Bardal S. (2010). Use of information technology in medication reconciliation: a scoping review. *Annals of Pharmacotherapy*. — 44(5). — 885–897.

Bodenheimer T. (2005). High and rising health care costs. Part 2: technologic innovation. *Annals of internal medicine*, — 142(11). — 932–937.

Borst F., Griesser P., Bourdilloud R. & Scherrer J.R. (1995). Fifteen years of medical encoding in the Diogene HIS. *Medinfo. MEDINFO*, — 8. — 43–46.

Dick R.S., Steen E.B. & Detmer D.E. (Eds.). (1997). *The computer-based patient record: an essential technology for health care*.

Flory A., Verdier C. & Mercatello A. (1997). Conceptual modelling of medical information. *Health and system science*, — 1, — 263–290.

Gillum R.F. (2013). From papyrus to the electronic tablet: a brief history of the clinical medical record with lessons for the digital age. *The American journal of medicine*, — 126(10). — 853–857.

Ludwick D.A. & Doucette J. (2009). Adopting electronic medical records in primary care: lessons learned from health information systems implementation experience in seven countries. *International journal of medical informatics*, — 78(1). — 22–31.

Medelement-Медицинская платформа. (n.d.). Retrieved from <https://medelement.com/>

Miller R.H. & Sim I. (2004). Physicians' use of electronic medical records: barriers and solutions. *Health affairs*, — 23(2). — 116–126.

Minor L.B. (2017). Harnessing the power of data in health. *Stanford Med. Heal. Trends Rep.*

Pinevich Y., Clark K.J., Harrison A.M., Pickering B.W. & Herasevich V. (2021). Interaction time with electronic health records: a systematic review. *Applied clinical informatics*, — 12(04), — 788–799.

Перечень МИС. Некоммерческое акционерное общество “Фонд социального медицинского страхования.” (n.d.). <https://fms.kz/zakupki/perechen-mis/>

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2, Number 350 (2024). 310–324
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.285>
IRSTI 14.07.07

UDC 37.026.8

© **G.B. Turmukhanova¹, A.A. Tautenbayeva^{2*}, G.T. Bekova¹,
S.B. Nugumanov³, K. Yaroslav⁴, 2024**

¹Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan;

²T. Zhurgenov Kazakh National Academy of Arts, Almaty, Kazakhstan;

³School-gymnasium № 2 named after Gafu Kairbekov, Astana, Kazakhstan;

⁴University of economics in Bratislava, Bratislava, Slovakia.

E-mail: aina_tau@mail.ru

FORMATION OF UNIVERSITY STUDENTS' SOFT SKILLS THROUGH INTERACTION IN SOCIAL NETWORKING COMMUNITIES

Turmukhanova G.B. — master, Senior Lecturer of the KH. Dosmukhamedov Atyrau University, 212 student's avenue, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: turmukhanovag@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8912-2746>;

Tautenbayeva A.A. — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the T.K.Zhurgenov Kazakh National Academy of Arts, Panfilov st 127, Almaty, Kazakhstan

E-mail: aina_tau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0436-0137>;

Bekova G.T. — PhD, Associate Professor of the KH. Dosmukhamedov Atyrau University, 212 Student's avenue, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: bekovaguldana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7310-1185>;

Nugumanov S.B. — director of the state communal enterprise with the right to conduct business of Astana city administration “School-gymnasium № 2 named after Gafu Kairbekov”, teacher of history, Master of Humanities. School, Seifullin 19, Astana, Kazakhstan

E-mail: Nugumanov_syrym@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9345-8734>;

Kultan J. — Doctor of Philosophy (PhD), Associate Professor of the Department of Applied Informatics at the University of Economics in Bratislava, Bratislava, Slovakia

E-mail: jkultan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6068-9784>.

Abstract. The article examines the significant social networks' role and web communities in the intellectual educational system, with a special focus on the development of university students' “soft” skills. Social interaction in these networks allows students to exchange experiences, thus acting as a pedagogical agent, especially in the context of problem-based learning. A systematic review used in this study is defined as a research method and process aimed at identifying, critically evaluating relevant studies, collecting and analyzing data from these studies. The study of social networks is of considerable interest from scientists of various disciplines, such as psychology, philosophy, education, and more recently, computer science. Especially in the field of artificial intelligence. This article clarifies the concept of social networks, examines the process of their formation and development, and describes their relationship with other types of groups. Social networks are understood as social structures consisting of nodes representing individuals or organizations, and the relationships between them in a certain context. These networks are usually built on the strength of relationships and trust between participants (nodes).

Keywords: intellectual learning environment, social networks, web communities, social networks in education, soft skills development, the system of modern education

© Г.Б. Турмуханова¹, А.А. Тауценбаева^{2*}, Г.Т. Бекова¹, С.Б. Нугуманов³,
Я. Култан⁴, 2024

¹Х. Досмұхамедова атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан;

²Т.Қ. Жүргенов атындағы Қазақ Ұлттық өнер академиясы, Алматы, Қазақстан;

³Ғафу Қайырбеков атындағы №2 мектеп-гимназия, Астана, Қазақстан;

⁴Братиславадағы экономикалық университе, Братислава, Словакия.

E-mail: aina_tau@mail.ru

ӘЛЕУМЕТТІК МЕДИА ҚАУЫМДАСТЫҚТАРЫНДАҒЫ ӨЗАРА ІС- ҚИМЫЛ АРҚЫЛЫ УНИВЕРСИТЕТ СТУДЕНТТЕРІНІҢ ЖҰМСАҚ ДАҒДЫЛАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ

Турмуханова Г.Б. — магистр, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің аға оқытушысы, Атырау, Қазақстан

E-mail: turmukhanovag@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8912-2746>;

Тауценбаева А.А. — педагогика ғылымдарының кандидаты, Т.Қ. Жүргенов атындағы Қазақ Ұлттық Өнер Академиясының доценті, Алматы, Қазақстан

E-mail: aina_tau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0436-0137>;

Бекова Г.Т. — Ph.D., Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің қауымдастырылған профессоры, Атырау, Қазақстан

E-mail: bekovaguldana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7310-1185>;

Нугуманов С.Б. — Астана қаласы әкімдігінің “Ғафу Қайырбеков атындағы №2 мектеп-гимназия” шаруашылық жүргізу құқығындағы мемлекеттік коммуналдық кәсіпорын директоры, тарих пәнінің мұғалімі, Гуманитарлық ғылымдарының магистрі, Астана, Қазақстан

E-mail: Nugumanov_syrym@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9345-8734>;

Култан Я. — философия докторы (PhD), Братиславадағы экономикалық университеттің «Қолданбалы информатика» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Братислава, Словакия

E-mail: jkultan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6068-9784>.

Аннотация. Мақалада университет студенттерінің «жұмсақ» дағдыларын дамытуға ерекше назар аудара отырып, интеллектуалды білім беру жүйесіндегі әлеуметтік желілер мен веб-қауымдастықтардың маңызды рөлін қарастырады. Бұл желілердегі әлеуметтік өзара әрекеттесу студенттерге тәжірибе алмасуға және өзекті тақырыптар бойынша ынтымақтастыққа мүмкіндік береді, осылайша педагогикалық агент ретінде, әсіресе проблемалық-бағдарланған оқыту контекстінде әрекет етеді. Осы зерттеуде қолданылатын жүйелі шолу тиісті зерттеулерді анықтауға, сыни тұрғыдан бағалауға, осы зерттеулерден деректерді жинауға және талдауға бағытталған зерттеу әдісі мен процесі ретінде анықталады. Әлеуметтік медианы зерттеу психология, философия және жақында информатика сияқты әртүрлі пәндер ғалымдардың қызығушылығын тудырады. Әсіресе жасанды интеллект саласында. Бұл мақалада әлеуметтік медиа тұжырымдамасы түсіндіріледі, олардың қалыптасуы мен даму процесі қарастырылады және олардың басқа топ түрлерімен байланысы сипатталады. Әлеуметтік желілер белгілі бір контексте жеке тұлғаларды немесе ұйымдарды білдіретін түйіндерден және олардың арасындағы қатынастардан тұратын әлеуметтік құрылымдар ретінде түсініледі. Бұл желілер әдетте мүшелер (түйіндер) арасындағы берік қарым-қатынас пен сенімге негізделген.

Түйін сөздер: интеллектуалды оқыту ортасы, әлеуметтік желілер, веб-қауымдастықтар, білім берудегі әлеуметтік желілер, жұмсақ дағдыларды дамыту, заманауи білім беру жүйесі

© Г.Б. Турмуханова¹, А.А. Таугенбаева^{2*}, Г.Т. Бекова¹,
С.Б. Нугуманов³, Я. Култан⁴, 2024

¹Атырауский университет им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан;

²Казахская национальная академия искусств им. Т.К. Жургенова, Алматы,
Казахстан;

³Школа-гимназия №2 имени Гафу Кайырбекова, Астана, Казахстан;

⁴Экономический университет в Братиславе, Братислава, Словакия.

E-mail: aina_tau@mail.ru

ФОРМИРОВАНИЕ МЯГКИХ НАВЫКОВ СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА ПОСРЕДСТВОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СООБЩЕСТВАХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Турмуханова Г.Б. — магистр, старший преподаватель Атырауского университета им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан

E-mail: turmukhanovag@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8912-2746>;

Таугенбаева А.А. — кандидат педагогических наук, доцент Казахской Национальной академии искусств им. Т.К. Жургенова, Алматы, Казахстан

E-mail: aina_tau@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0436-0137>;

Бекова Г.Т. — PhD, ассоциированный профессор Атырауского университета им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан

E-mail: bekovaguldana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7310-1185>;

Нугуманов С.Б. — учитель истории, магистр гуманитарных наук, директор государственного коммунального предприятия на праве хозяйственного ведения «Школа-гимназия №2 имени Гафу Кайырбекова» Акимата города Астана, Астана, Казахстан

E-mail: Nugumanov_sygym@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-9345-8734>;

Култан Я. — доктор философии (PhD), ассоциированный профессор кафедры «Прикладная информатика» экономического университета в Братиславе, Братислава, Словакия

E-mail: jkultan@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6068-9784>.

Аннотация. В статье рассматривается значительная роль социальных сетей и веб-сообществ в интеллектуальной образовательной системе с особым акцентом на развитие «мягких» навыков у студентов университетов. Социальное взаимодействие в этих сетях позволяет студентам обмениваться опытом и сотрудничать по актуальным темам, выступая, таким образом, в качестве педагогического агента, особенно в контексте проблемно-ориентированного обучения. Систематический обзор, используемый в данном исследовании, определяется как исследовательский метод и процесс, направленные на выявление, критическую оценку соответствующих исследований, сбор и анализ данных из этих исследований. Изучение социальных сетей вызывает значительный интерес у ученых различных дисциплин, таких как психология, философия, образование, а в последнее время и информатика. Особенно в области искусственного интеллекта. В этой статье разъясняется концепция социальных сетей, рассматривается процесс их формирования и развития, а также описывается их взаимосвязь с другими типами групп. Социальные сети понимаются как социальные структуры, состоящие из узлов, представляющих отдельных лиц или организации, и отношений между ними в определенном контексте. Эти сети обычно строятся на основе прочных отношений и доверия между участниками (узлами).

Ключевые слова: интеллектуальная среда обучения, социальные сети, веб-сообщества, социальные сети в образовании, развитие мягких навыков, система современного образования

Кіріспе

Қазіргі өзара байланысты әлемде мәселелерді тиімді шешу және басқа адамдармен жұмыс істеу қабілеті өте маңызды, бірақ мұндай дағдыларға ие адамдарды табу оңай емес. Қарым-қатынас, проблемаларды шешу, ынтымақтастық және эмоционалдық интеллект сияқты жұмсақ дағдылар өмірдің көптеген салаларында, соның ішінде білім беруде табысқа жетудің маңызды атрибуттарына айналды. Бұл дағдыларды дамытудың айқын артықшылықтары бар, өйткені білім деңгейі мен тәжірибесі әртүрлі адамдар ортақ мақсаттарға жету үшін бірге жұмыс істей алады. Осы маңызды дағдыларды дамытудың жаңа әдістерінің бірі - әлеуметтік желілерді пайдалану.

Сандық платформалардың пайда болуы әлеуетті серіктестерді анықтау үшін сақталған пайдаланушы профилі деректерін пайдаланатын жүйелерді тудырды. Білім беруде, әсіресе университет деңгейінде, осы желілердегі әлеуметтік өзара әрекеттесу студенттердің тәжірибе және білім алмасуы және байланысты тақырыптар бойынша ынтымақтастық жасауы үшін құнды орта болуы мүмкін. Осыған байланысты әлеуметтік желі проблемалық оқыту сияқты оқытудың әртүрлі формаларын ілгерілету үшін қуатты білім беру факторы ретінде пайдаланылуы мүмкін (Адинаев және т.б., 2010).

Бұл мақалада бірлескен компьютерлік оқытудың техникалық аспектілерін де, осы платформалардың әлеуметтік аспектілерін де қамтитын білім берудегі әлеуметтік желілердің рөлі туралы әдебиеттерге кең шолу берілген. Бұл шолудың мақсаты екі жақты: желілер арқылы әлеуметтік оқытудың шатастыратын ландшафтына жарық түсіру және университет студенттерінің жұмсақ дағдыларын дамыту құралы ретінде осы желілердің әлеуетін көрсету. Біз қосымша зерттеулер мен эмпирикалық зерттеулерді қажет ететін негізгі тақырыптар мен бағыттарды анықтауға тырысамыз.

Бұл жұмыс әдебиетте ұсынылған теориялық шеңберден шығуға бағытталған жүргізіліп жатқан ауқымды зерттеудің бөлігі болып табылады. Шолу нәтижелеріне сүйене отырып, әлеуметтік желілердің қалай қалыптасатынын және олардың жұмсақ дағдыларды дамыту платформасы ретінде тиімді жұмыс істеуіне мүмкіндік беретін факторларды жақсырақ түсіну үшін қосымша эмпирикалық деректер жиналады.

Үнемі дамып келе жатқан цифрлық ландшафтта онлайн оқытудың көптеген мүмкіндіктері бар. Дүние жүзіндегі академиктер мен оқу орындары онлайн платформалардың бай әлеуетін пайдалануға ұмтылуда. Олардың екі мақсаты бар: кампуста оқитын студенттерге тиімді онлайн курстарын ұсыну және осы платформаларды қашықтықтан оқитын студенттер үшін заңды оқу мүмкіндіктері ретінде зерттеу (Аттакорн және т.б., 2014). Осы кеңейтілген ғылыми ізденіс аясында бұл мақала технологиялық прогрестің, педагогикалық теориялардың үйлесімін, сонымен қатар қазіргі университет студенттерінде жұмсақ дағдыларды дамытудың таптырмас рөлін зерттеуге бағытталған.

Педагогика тұрғысынан бұл мақалада «жұмсақ» дағдыларды дамытуға ықпал ететін информатика мәдениетін қалыптастырудың маңыздылығы атап өтілген. Мақаланың басында қолданыстағы әлеуметтік бағдарламалық қосымшаларға жан-жақты шолу жасалып, олардың білім беру контекстіне интеграциялану мүмкіндігі қарастырылған. Содан кейін мақалада әлеуметтік

желілердің информатика студенттеріне қабылдауы мен әсері талданады. Сондай-ақ, әлеуметтік бағдарламалық қамтамасыз етудің қарқынды дамып келе жатқан технологиялары мен оларды білім беруде нақты қолдану арасындағы алшақтық қарастырылады (Абашкина, 2019).

Докторанттар мен оқытушылардың бірлескен күш-жігерінің арқасында мұнда ұсынылған нәтижелер мен пікірталастар студенттердің оқу іс-әрекетін қалыптастырудағы әлеуметтік желілердің шешуші рөлін көрсете отырып, ерекше өзекті болып табылады. Бұл олардың көзқарасы бойынша жаттығулардың тиімділігін арттыруға көмектеседі (Голицына, 2013). Әлеуметтік желілердің оқу процесінің динамикасына терең әсерін түсіну үшін олардың қалыптасуын, университеттің студенттерді топтарға бөлу стратегиясын және студенттердің органикалық кластерленуін зерттеу қажет. Сонымен қатар, мақалада студенттер үшін осындай желілердің әртүрлілігі мен артықшылықтары сияқты өзекті мәселелер талқыланады.

Теорияны практикамен байланыстыру үшін мақаланың әртүрлі бөлімдерінде иллюстрациялық мысалдар келтірілген. Олар әлеуметтік желілерді нәзік зерттеу мұғалімдерге әртүрлі аспектілерде қалай көмектесетіні туралы айтады. Бұған плагиатты анықтау, бірлесіп оқыту үшін топтар құру, қашықтықтан оқыту әдістерін жетілдіру, сенімді сараптамалық академиялық қоғамдастықтарды қалыптастыру кіреді (Шипилов, 2016).

Жұмыс топтарына лайықты адамдарды табудың тиімді әдістерін жасауға айтарлықтай ресурстар бөлінді. Жоғары оқу орындарында университеттер оқу үлгерімін жақсарту үшін студенттерді жиі топтастырады. Ортақ кеңістіктер мен веб-беттердің аннотацияларын, сонымен бірге олардың дамып келе жатқан мазмұнына қол жеткізу үшін жауап беретін жұмыс үстелдерін пайдалана отырып, веб-курстарды пайдалануда белгілі бір жетістіктерге қол жеткізілді. Интернет-журналдар, журналдар және вики-парақтар, онлайн-құжаттама сонымен қатар оқу процесінің және өзара байланысты бірлескен қоғамдастықтардың дамуының бір бөлігі ретінде педагогикалық пен танымалдылық сенімділікке ие болуда. Соңғы онжылдықта желілік коммуникациялық технологиялар соқтығысып, метеорологиялық парадигманың өзгеруіне әкеліп соқтырды, бұл адамның дискурсын мәңгілікке өзгертті. Жеке тұлғаны білдіру, жеке өмірге қол сұғылмаушылық және тұлғааралық қатынастар туралы бұрыннан бар ұғымдар Web 2.0 тұжырымдамасын қайта қарастырумен ауыстырылды. Бұл трансформацияның негізінде кәсіби, академиялық және жеке тұлғалық өмір арасындағы шекараны бұлдырататын Twitter және Facebook сияқты әлеуметтік медиа технологиялары жатады (Ольховая және т.б., 2011).

Қазіргі студенттік әлем Web 2.0 технологиялары туралы. Сандық жергілікті тұрғындар негізінде олар қолданушыларды пассивті тұтынушы тұлғалардан бірнеше желілік қауымдастықтарда ортақ қолданушы жасаған мазмұнды тұтынушыларға (жасаушылар) айналдыратын кең таралған, оңай қол жетімді және үнемі дамып отыратын жаңа технологиялармен үнемі байланысты. Технология негізінде студенттердің қазіргі ұрпағы өзін-өзі көрсете білудің және ақпарат алмасудың жаңа құралдарын қалайды (Голицына, 2013).

Зерттеудің мақсаты-әлеуметтік білім беру жүйесіндегі веб-қауымдастықтар мен әлеуметтік желілердің рөлін зерттеу.

Материалдар мен әдістер

Жүйелі шолуды зерттеу әдісі және сәйкес зерттеулерді анықтау және сыни тұрғыдан бағалау және сол зерттеулерден деректерді жинау және талдау процесі ретінде анықтауға болады. Жүйелі шолудың мақсаты-белгілі бір зерттеу сұрағына немесе гипотезаға жауап беру үшін алдын-ала анықталған қосу критерийлеріне сәйкес келетін барлық эмпирикалық деректерді анықтау. Құжаттарды және барлық қолда бар дәлелдемелерді қарау кезінде нақты және жүйелі әдістерді қолдану арқылы біржақтылықты азайтуға болады, осылайша қорытынды жасауға және шешім қабылдауға сенімді нәтижелер береді.

Әлеуметтік желілерді зерттеу психология, философия, білім беру және жақында информатика, әсіресе жасанды интеллект сияқты әртүрлі салалардағы зерттеушілердің үлкен қызығушылығын тудырды. Бұл бөлімде әлеуметтік желілердің нені білдіретіні, бұл желілердің қалай қалыптасып, дамитыны және олардың басқа топтармен қарым-қатынасы анықталған. Әлеуметтік желілер-бұл белгілі бір саладағы адамдарды (немесе ұйымдарды) және олардың арасындағы қатынастарды білдіретін түйіндердің әлеуметтік құрылымы. Сондықтан әлеуметтік желілер әдетте қатысушылар (түйіндер) арасындағы қарым-қатынас пен сенімнің беріктігіне негізделген. Осы түйіндердің қосылу тәсілдерін зерттеу түйіндер арасындағы әр түрлі байланыстарды анықтауға әкелді. Авторлар қатынастарды күшті және әлсіз немесе формальды және бейресми қатынастар тұрғысынан сипаттау тұжырымдамасын талқылайды. Бұл тұрғыда бір желідегі екі адамның арасында тікелей байланыс орнатылады, ал әлсіз байланыс-бұл басқа адам арқылы байланысқан екі адамның қарым-қатынасы (Клименко, 2012).

Әлеуметтік медианы зерттеу білім беру, философия, психология және қазіргі кезде информатика, әсіресе жасанды интеллект сияқты әртүрлі бағыттағы зерттеушілердің үлкен қызығушылығын тудырды. Бұл бөлімде әлеуметтік медианың маңыздылығы, бұл желілердің қалай қалыптасуы мен дамуы және олардың басқа топтармен өзара әрекеттесуі туралы айтылады. Әлеуметтік желі-бұл белгілі бір саладағы адамдарды (немесе ұйымдарды) және олардың арасындағы қатынастарды білдіретін түйіндердің әлеуметтік құрылымы. Сондықтан әлеуметтік медиа әдетте қатысушылар (түйіндер) арасындағы қарым-қатынастың беріктігі мен сенімділігіне негізделген. Бұл түйіндердің қосылу жолдарын зерттеу түйіндер арасындағы Әртүрлі байланыстарды анықтауға әкелді. Автор қарым-қатынасты сипаттауда, әлсіз және күшті немесе формальды және бейресми қатынастарды қолдану тұжырымдамасын талқылайды. Бұл мағынада бір желідегі екі адам арасында тікелей байланыс орнатылады, ал әлсіз байланыс-қосылған екі адам арасындағы қатынас Таутенбаева.

Байланыс орнату дегеніміз адамның табиғи процесі болып табады. Бұл зерттеуде алынған желілерді модельдейтін алгоритмдер сипатталған. Бұл алгоритмдердің мысалдары графикалық теорияда зерттеліп, әлеуметтік құндылықтар мен желі мүшелері арасында туындайтын сенім эволюциясын көрсетеді. Желілерді құру: адамдардың күнделікті өмірінде медиа желілерді қалыптастыру және де кездестіру тәсілі көптеген информатика саласының зерттеушілерінің назарында болды. Біздің әлеуметтік желілерге қосылғанмыз және достық, қолдау, ерекше қызығушылықтар, білім алмасу сияқты нәрселерге сенетініміз алгоритм зірлеушілерін осы аспектілерді абстракциялауға шабыттандырды. Авторлар бұл

әдістемені былай сипаттайды: бір-бірін білмейтін екі адамды олардың досы болып табылатын брокер таныстырады және жаңа қарым-қатынас құруға үлес қоса алады. Бұл желіні құру немесе кеңейту әдісі «досының досы» ұғымына сәйкес келеді, мұнда ассоциациялар ортақ достар арқылы жасалады. Дегенмен, достың досы сияқты әдістерді пайдаланған кезде сенім мен құпиялылық мәселесі күмәнді сенім өлшемдері мен тұжырымдарға байланысты күдікті болады. Қарым-қатынастың екінші табиғи әдісі - ауызша сөз, өйткені әлеуметтік медиа жаңа білімнің бай көзі және нақты қажеттіліктерімізге сай келетін ақпаратты анықтауда сүзгі бола алады. Мұнда пайдаланушы адамдар кері байланыс алады және тәжірибелерімен білімдерімен бөліседі, тәжірибе жинақтайды және әлеуметтік желілерде көршілерінен көмек немесе кеңес кеңес сұрайды (Диков, 2013).

Әлеуметтік желілерде белгілі бір критерийлерді іздеуде біз әртүрлі іздеу алгоритмдерінің әлеуметтік сипаттамаларын зерттедік. Әлеуметтік желілерді шолу үшін іздеу алгоритмдерін қолдану арнайы адамдарды тауып, содан кейін оларды анықтау үшін өте пайдалы. Желінің динамикасы: Адамдар Интернетті немесе әлеуметтік бағдарламаларды тегін пайдаланбай-ақ топтарға жиналады. Адамдардың әлеуметтік желілерде өзара әрекеттесуінде қандай жаңалықтар бар? Әлеуметтік желілердің қоғамдық ұйымдардағы рөлін түсіну әртүрлі болуы мүмкін. Wellman желілер мен топтар арасындағы айырмашылықты зерттейді: адамдар әлемге топтар тұрғысынан қарағанымен, олар желілерде әрекет етеді. Желілік қоғамдарда шекаралар өткізгіш, басқа адамдармен өзара әрекеттесу жүреді, байланыстар желілер арасында ауысады, иерархиялар рекурсивті және тегіс болуы мүмкін. Әлеуметтік желілердің мөлдір және бір-бірімен тығыз байланысты сипатына байланысты қатысушылар қауымдастықтарға формализмсіз кіріп-шығады. Шынында да, басқалармен бір топқа кірудің орнына, әр адамның өзінің жеке қауымдастығы болады. Бұл контексте алгоритмдердің мысалдары коалиция құру, желіні дамыту және кластерлеу тұрақтылық, алгоритмдері, ойын теориясы алгоритмдері және клуб алгоритмдерін қамтиды. Мұндай алгоритмдер әртүрлі салаларда, соның ішінде бөлінген процессорларда, байланыс және компьютерлік желілерде, әлеуметтік-экономикалық және көп ойыншы ойындарында қолданылады. Білім беру саласында ұқсас зерттеулерді бағалау сияқты әртүрлі салаларда студенттердің әлеуметтік желілерін зерттеу немесе визуализациялау үшін қолдануға болады. Мысалы, мұғалімдерде желілік визуализация болса, плагиат жағдайларын оңай анықтауға болады, себебі студенттердің жақын әріптестері мен достары желіде көрсетіледі. Бұл топтарға да қатысты. Кейбір жағдайларда мұғалім оқушыны достары әлі қатыспаған топқа тағайындағысы келуі мүмкін. Осылайша, топ кейбір студенттердің қатысуының төмендеуінен зардап шекпейді, ал олардың достары жалқау достарына шағымданбай өтуге тырысады. Оқыту дегеніміз әртүрлі теориялық, философиялық және тарихи тұрғыдан қарастыруға болатын күрделі құбылыс болып табылады. Адамдардың білімді құруға қалай қатысы барын түсіну және жалпы оқу процесін түсіну үшін әртүрлі көзқарастар қажет. Мысалы, феноменологиялық зерттеулер студенттер мен мұғалімдердің «ішкі әлемін» түсінуге мүмкіндік береді. Екінші жағынан, әрекет теориясы құбылыстарға жалпы көзқараспен қарайды. Оның мақсаты – оқушының оқу процесін кеңірек контекстте түсіну (Джинко, 2014).

Нәтижелер және талқылау

Білім беру моделінің дизайнына диалог құрылымы қатты әсер етті, онда жоғары білім беру шеңберінде оқытуды келесі өзара әрекеттесу арқылы жүзеге асыруға болатындығы айтылған: студент(тер) мен студент(тер); студент(тер) мен мұғалім(тер); студент(тер) және әлем. Әлеуметтік желілер әдетте әлеуметтік-мәдени оқыту теорияларының педагогикасымен жақсы үйлеседі деп есептелетіндіктен, бұл зерттеуде «тең-теңімен» қарым-қатынастары мен өзара әрекеттесулері бірінші орында тұр. Оқушының оқу және оқу іс – әрекеті туралы пікіріне қол жеткізу білім беру құбылыстарын түсіну және білім беруді жетілдіру үшін өте маңызды. Бұл мақалада әлеуметтік медиа студенттерге университеттік оқу контекстінде мағынаны табуға қалай көмектесетіні талқыланады. Оқытудағы басты сұрақ: «оқушылар білімді қалай алады?» Ал феноменология адамдардың оқуды қабылдауының және оқу туралы ойлауының әртүрлі тәсілдерін көрсету арқылы бұл мәселенің күрделілігін қарастыруға көмектеседі. Зерттеу оқытудың алты түрлі тұжырымдамасын анықтайды: білімді арттыру; есте сақтау және жаңғырту, қолдану, бір нәрсені басқаша көру, түсіну, тұлға ретінде өзгеру (Закирова, 2022).

Алғашқы үш концепция оқытуды ең алдымен қайта өндіру ретінде қарастырса, соңғы үшеуі оқуды алдымен іздеу ретінде мағынаны қарастырады. Көптеген студенттердің әлеуметтік желісі Мартонның оқу тұжырымдамаларының кейбірін немесе барлығын ұсына алады. Дегенмен, желі функциясының әсері бар. Бұл зерттеу студенттің белгілі бір жағдайда екенін тануға бағытталған, сондықтан оқу тәжірибесін түсіну әлеуметтік желінің функциялары мен контрасттары тұрғысынан қарастырылуы керек. Осы мақсатта іс-әрекет теориясы әдістемесін пайдаланудың айқын артықшылықтары бар.

Білім берудің әлеуметтік аспектісі мұғалімдер үшін де, студенттер үшін де әрқашан маңызды болды. Автор оқытуды іс-әрекеттің, контексттің және мәдениеттің (ситуациялық оқыту теориясы) функциясы деп санайды, мұнда әлеуметтік өзара әрекеттесу шешуші мәнге ие. Оқыту үдеріс ретінде сипатталады: студенттер белгілі бір мінез-құлықтар мен сенімдерді көрсететін «практиктер қауымдастығына» қатысады және де жаңа адам осы қауымдастықтың шекарасынан оның орталығына ауысқан сайын олар белсенді және белсенді болады. Сонымен бірге, теорияда орналасқан оқыту әдейі емес, сондықтан оқушының топқа емес, өзі таңдаған қауымдастыққа кіруі тиімдірек болады. Орналастырылған оқыту концепциясы Выготскийдің әлеуметтік даму теориясынан туындайды, ол когнитивті дамуда әлеуметтік өзара әрекеттестік негізгі рөл атқарады деп болжайды. Зерттеушілер курсты жобалауда, әсіресе асинхронды оқыту орталарында оқытудың әлеуметтік аспектілерінің маңыздылығын атап көрсетті. Бұл жұмыста студенттің курстағы жетістігі немесе сәтсіздігі ішінара оның оқу процесінің ішкі немесе сыртқы қатысушысы ретінде сезінуіне байланысты екенін көрсетеді. (Закирова және т.б., 2020).

Білім беру саласында әдетте топтық оқыту студенттерді оқыту үшін қолданылады және оның пайдасы айқын. Дегенмен, студенттер оқу барысында кездесетін кәсіби және академиялық қысымдарға байланысты университеттерде топтық сабақтар жиі қос функцияны орындайды. Оқуды бітіргеннен кейін түлектер жұмыс берушілердің талаптарына жауап бере алады. Топтық жұмыс – білім беру жүйесінің осы дағдыларды дамытуға және іскерлік қажеттіліктерді қанағаттандыруға тырысатын тәсілдерінің бірі. Топтық динамика - саланың

өнімділігіне әсер ететін айнымалылар түрлері туралы көптеген ақпарат беретін өте жақсы зерттелген сала.

Білім беру ортасында белгілі бір факторлар топтық іс-әрекетке және нәтижеге жетуге үлкен кедергі келтіруі немесе ықпал етуі мүмкін. Мысалы, топ құрамы топтың өз мақсаттарына тиімді жетуіне қаншалықты әсер етуі мүмкін. Сондықтан бір желіде мақсатты топ мүшелері мен қоғамға бағытталған адамдар болғаны дұрыс. Зерттеушілер желінің /топтың өз мақсаттарына жетуі және қоғамға пайдалы болып саналуы үшін екеуі де қажет деп санайды (Липпман және т.б., 2015).

Соңғы кезде білім құрылысындағы топтық композицияның маңыздылығы сынға ұшырады. Олар пікірталас топтарындағы студенттердің ерекшеліктерінің ықпалынан гөрі оқушылардың ерекшеліктерінің әсері маңыздырақ болуы мүмкін екенін айтты. Жұмыс ерекшеліктері, жеке оқыту стильдері және тапсырмаға негізделген оқыту әдістері оқу нәтижелеріне айтарлықтай әсер етеді деп айтылады. Іс жүзінде олардың зерттеуі бұл топтың ерекше белгілерін таппаған.

Топ құрамынан басқа оның қызметіне әсер ететін басқа да көптеген маңызды факторлар бар. Оларға мотивация, құмарлық, топтық жұмыстың қарым-қатынас дағдылары және бұрынғы тәжірибесі сияқты жеке қасиеттерді жатқызуға болады. Сонымен қатар, топтық жұмысқа қатысушылардың мінез-құлқы, студенттердің көзқарастары және әріптестердің қолдауы әсер етеді. Соңында, студенттердің бірлескен күш-жігері және топтық жұмыстың сапасы, топтық динамика топ жұмысына әсер етеді. Проблемалық оқыту – бұл ең алдымен әлеуметтік білім құрылымдарының идеясына негізделген топтық оқу әрекетінің пайдалы үлгісі. Мұндағы оқыту нақты жағдайға, мәселелерді шешуге және әріптестермен және фасилитаторлармен өзара әрекеттесуге негізделген. Проблемалық-бағдарлы оқыту топтарындағы өзара әрекеттестік дәстүрлі кең дәрістерде қолданылатын пассивті ақпаратты тасымалдау моделінен айтарлықтай ерекшеленеді. Тьютор таңдаған материалды пассивті тыңдау немесе зерделеудің орнына, белсенді оқытуға назар аударылады: талқылау, сұрақтар қою және құрдастарымен білім алмасу. Құрдастарды қолдау проблемалық оқытудың ең маңызды оң аспектісі болып табылады және кейбір зерттеулерде ерекше атап өтілген. Сіздің әріптестеріңіздің бірдей проблемаларға тап болғанын түсіну өте маңызды. Сондай-ақ топ көмек пен сенім іздеу үшін желі құрды. Бұл достарының бейресми желісі жоқ студенттер үшін әсіресе пайдалы деп саналады (Ибурк, 2023).

Оқытушы таңдаған материалды пассивті тыңдаудың немесе оқудың орнына, біз «Белсенді оқыту» әдісіне мән береміз. Ол әріптестермен талқылау, сұрақтар қою және білім алмасу. Құрдастарды қолдау проблемалық оқытудың ең маңызды оң аспектісі болып табылады және кейбір зерттеулерде ерекше атап өтілген. Әріптестердің бірдей проблемаларға тап болғанын түсіну маңызды. Сондай-ақ топ көмек пен сенімділік іздеу үшін желі құрды. Бұл достарының бейресми желісі жоқ студенттер үшін әсіресе пайдалы болып саналады.

Авторлар әлеуметтік оқшауланудан зардап шегуші кейбір білім алушылардың академиялық оқуға қанағаттанбауы жоқ екенін атап көрсетті. Әлеуметтік медианың болмауы және басқа факторлар студенттерді оқу бағдарламасынан алып тастау сияқты шараларға түбегейлі әкелуі мүмкін. Керісінше, барабар әлеуметтік қатысу академиялық қатысудың жетіспеушілігін өтей алады. Бұл әсіресе оқудың бірінші жылында маңызды, содан кейін академиялық мәселелер маңыздырақ бола бастайды

(Вагаева және т.б., 2023).

Әдетте оқу орындары оқу кабинеттерінде, оқулықтарда, зертханаларда және аудиторияларда оқытудың кең ауқымын пайдаланады. Жұмысты бетпе-бет және әлеуметтік медиа технологияларын, соның ішінде бағалауды, талқылауды және әріптестермен ынтымақтастықты пайдалану арқылы жасауға болады. Курс дизайнерлері сөйлесу бөлмелері, талқылау форумдары және ынтымақтастықты қолдау құралдары арқылы бұл мүмкіндіктерді жылдам анықтайды. Бұл әдістің тиімділігі міндетті түрде бағалауға, талдауға және талқылауға жатады. Академиядағы әлеуметтік желілерді зерттеу тақырып бойынша ортақ мүдделері бар адамдардың өздігінен таңдалған топтары идеялармен бөлісетін немесе шешімдерді табу үшін бірлесіп жұмыс істейтін әлеуметтік оқыту процесін қамтиды. Өздігінен таңдалған топтардың процестері мен мінез-құлқын бақылауды топ ішілік өзара әрекеттесуді ұйымдастыру немесе нақтылау үшін пайдалануға болады (Резник және т.б., 2009).

Web 2.0 технологиясын пайдаланатын әлеуметтік медиа қолданбалары сыныпта қолжетімді мүмкіндіктерді көрсетеді. Олар қолданатын парадигма дәстүрлі электрондық оқыту құралдарынан ерекшеленеді. Дегенмен, студенттердің үлкен топтары үшін әлеуметтік медиа құралдарын пайдалану қиын болуы мүмкін. Әлеуметтік оқу ортасында байқалатын типтік мінез-құлықтың күрделіліктерін білу немесе түсінуді арттырудың артықшылығы жабдықты басқару қабілетін арттыру болып табылады. Студенттердің семантикалық модельдеу мүмкіндіктерінің соңғы зерттеулері семантикалық медиаға негізделген әлеуметтік желілерді пайдалану үлкен онлайн студенттер қауымдастықтарының автоматты және динамикалық қалыптасуына ықпал еткенін көрсетті. Желінің семантикасын және мүше сипаттамаларын байыту құнды ақпарат бере алады. Бұл желіні белгілі бір білім беру мақсаттарында пайдалануға мүмкіндік беретін топтар құру үшін пайдаланылуы мүмкін. (Волчкова және т.б., 2022).

Осы мақалада, мәселелерді тиімдірек шешу немесе басқа адамдармен бірлесіп жұмыс істеуде дұрыс қызметкерлерді табу қиын. Пайдаланушы профилі ақпараты негізінде қызметкерлерді жалдауға бағытталған бірнеше жүйе бар. Әдетте, бұл жүйелер қызықты тақырыпты анықтау үшін онлайн пішінді толтыруды немесе компьютерде фондық режимде жұмыс істейтін бағдарламаны іске қосуды талап етеді. Жобаның рөлі, басылымдармен жазбаша байланыстар және т.б. анықтаушы факторлар болып табылады. Мысалы, мекеме негізіндегі сарапшылық іздеу құралдары, тең-теңімен іздеу құралдары, сарапшылық оқыту әдістері немесе ұсыныстар бар. Осы жүйелердің әрқайсысы пайдаланушы профилінің деректерін сақтайды және сіз шектеулі серіктестерді таба аласыз. Содан кейін пайдаланушылар тобынан топ құруға болады. Белгілі институттар үшін сараптамалық іздеу құралы (Клименко, 2012).

Тең-теңімен іздеу жүйелері икемді және тиімді өзін-өзі ұйымдастыру жүйесін құру тәсілі болып табылады. Ол студенттерді студенттердің қалауы мен академиялық тәртібіне қарай топтастыру үшін ведомствоаралық механизмді пайдаланады және пікірлес студенттердің студенттік топтарын басқарады және ұйымдастырады. Бұл тәсілді тиімді марапаттау және бөлісу алгоритмдері арқылы кеңейтуге болады, бұл ұқсас қалауы немесе қызығушылықтары бар студенттерді бөлек қауымдастыққа біріктіруге мүмкіндік береді. Бұл әдіс екі пайдаланушы арасындағы делдал ретінде селекторды қамтамасыз етеді. Ол пайдаланушыларға

олардың бір-бірімен үйлесімді екенін білуге арналған. Ақырында, сараптамалық білім күтілетін табиғи білімді анықтауға көмектеседі. Мұндай әдістер әдетте пайдаланушылар өздеріне қажетті негізгі қызметкерлерді анықтай алатын, содан кейін оларды топтай алатын сәйкестендіру қызметтерін ұсынғысы келетін компанияларда қолданылады. (Шипилов, 2016).

Информатиканы оқыту контекстінде әлеуметтік желілерді дамытудың екі типтік мысалы қарастырылады. Алдымен мұғалім жобалық тапсырманы орындау үшін студенттер тобын кездейсоқ таңдайды. Содан кейін бір топ студенттер тәжірибесіне сүйене отырып, топты таңдайды. Осылайша, әлеуметтік медиа бағдарламалық құралы пайдаланушыларға қарым-қатынас жасау және бөлісу үшін дұрыс адамдарды анықтауға мүмкіндік береді, оларға команда құруға көмектеседі (Клименко, 2012).

Бұл зерттеудің негізгі мақсаты қабылдаушы мекемелердің, колледждердің және таңдалған курстардың білім беру әлеуметтік желілерін құруға және енгізуге әсерін зерттеу болып табылады. Осы үш фактордың әрқайсысы білім беру мен әлеуметтік қамсыздандыру желілерін дамыту мен қолдауды ынталандырады немесе реттейді (Гинко және т.б., 2014). Бұл жағдайда желінің типтік мысалы оқу жоспары шеңберінде университет/кафедра тікелей қаржыландыратын және университеттен тыс студенттермен құрылған желі болып табылады. Бұл мағынада жүйенің әсері тікелей және жанама түрде көрсетіледі. Теориялық мінез-құлық осы әсерлерді нақтылау үшін пайдалы құрал болып табылады. Әлеуметтік медианың белгілі бір оқу жоспарына әсерін болжаудың сегіз негізгі факторы бар:

1. Қызықты іс-шаралар өткізетін әлеуметтік желілер.
2. Іс-әрекеттің мақсаты: білімді жинақтау.
3. Студент – жұмыстың субъектісі.
4. Іс-әрекет құралдары ретінде құралдар, интерфейстер, білім беру платформалары, әлеуметтік бағдарламалар және жеткізу механизмдері қолданылады.
5. Іс-әрекет ережелері мен процедуралары: оқыту саясаты мен стратегиялары.
6. Іс-әрекетті бөлу: топтағы рөлдерді бөлу.
7. Мүшелер қауымы: студенттік топ.
8. Күтілетін қызмет нәтижелері: ынтымақтастықта оқыту.

Қоршаған ортаға әсерді бірден бірнеше негізгі бағыттар бойынша анықтауға болады (Мекеменің/Басқарманың субъективті жұмысының бөлігі).

Бағдарламалық қамтамасыз ету және аппараттық қамтамасыз ететін әлеуметтік медиа бағдарламалық жасақтама ортасының техникалық мүмкіндіктері мен шектеулерін жасырын түрде анықтайды. Бұл функциялар мен шектеулерді әрекет шектеулерін анықтайтын құрылымдық немесе енгізілген «ережелер» ретінде түсіндіруге болады. Айтатын болсақ мысалы, желінің утилитасы жоғары жылдамдықты немесе үзік-үзік болуы мүмкін желілік қосылымдардың қолжетімділігіне байланысты. Агенттіктің сарапшы іздеу орындарына қатысты агенттік саясаты бар мүшелер немесе желі мүшелері және басқа желі мүшелері арасындағы байланысты шектеуі немесе арттыруы мүмкін. Қоршаған орта сонымен бірге қауымдастықтар мен топтар үшін қолжетімді мүшелікті анықтайды, бұл әлеуметтік желі қатысушылары орындайтын «еңбек бөлінісінің» топтық рөлдеріне

әсер етуі мүмкін. Сондай-ақ, көптеген информатика кафедралары студенттер компьютерлік алаңдаушылықты азайту үшін тапсырмаларды орындайтын «жұптық бағдарламалауды» енгізді. Егер бұл комбинация тең емес жұмыс жүктемесіне әкелсе, ол өзін-өзі тиімділік пен бағдарламалауға деген сенімділіктің жоғарылауының айқын артықшылықтарына қарамастан әлеуметтік медиаға таралуы мүмкін. (Волчкова және т.б., 2022).

Ақырында, қоршаған ортаға әсер нақты әлеуметтік нормалар арқылы көрсетіледі, олар пайдалану шарттары немесе басқа мінез-құлық нормалары түрінде болуы мүмкін университетте онлайн идентификаторды тексеретін студент оқу бағдарламасының мазмұнын қамтитын желіні құра алады, бірақ бұл екі фактор болуы мүмкін мекеменің қатысуының бірден-бір нақты дәлелі болып табылады. Студент бір мезгілде көптеген ықпал ету салаларында, соның ішінде институционалдық әсерлерде жұмыс істейді. Студенттер университет құндылықтарын анықтай алады немесе қабылдай алады, осылайша оның әлеуметтік медиа өкілдері бола алады. Мұндай өзара әрекеттесудің мысалдары студенттердің оқу мәдениетін танымдық танымдары арқылы қалай көрсететінін, олар жұмыс істейтін ресурстар мен қызметкерлерге беретін бағасын және оқу мақсаттарына жету үшін қабылдайтын топтық рөлдерді көрсетуге болады. Студенттер өз пәні мен институтын таңдайтындықтан, олардың құндылықтары оқу орнының құндылықтарына сәйкес келеді деуге болады (Резник және т.б., 2012).

Қорытынды

Қазіргі білім беру жағдайында мұғалімдер әлеуметтік медиа қызметтерін білім беру құралы ретінде көбірек пайдалануда. Бұл қызметтер дәстүрлі оқыту ортасын толықтырады және инновациялық, шынайы және икемді сызықтық емес оқыту әдістері арқылы бар курстарды кеңейту және әртараптандыру үшін бұрын-соңды болмаған мүмкіндіктер береді. Сөйлесу бөлмелерінен, пікірталас форумдарынан және блогтардан Facebook сияқты озық платформаларға және Second Life сияқты виртуалды кеңістіктерге дейін әлеуметтік медиа құралдары жұмсақ дағдыларды дамытуға баса назар аудара отырып, оқыту стратегияларына әдейі енгізілген.

Эмпирикалық дәлелдер әлеуметтік медиа студенттерді күрделі қарым-қатынас пен шығармашылық әрекеттерге тарту арқылы әлеуметтік оқытуды жеңілдететінін көрсетеді. Бұл қарым-қатынас, ынтымақтастық, сыни ойлау және мәселелерді шешу сияқты дағдыларды дамытуға бағытталған сауаттылыққа оқытудың инновациялық стратегияларын енгізуді білдіреді. Бұл мақалада талқыланған Facebook -ті зерттеуі студенттердің Facebook-ті білім беру құралы ретінде пайдалану үдерісіндегі идеяларын зерттейді. Нәтижелер көрсеткендей, қатысушылар Facebook-ті тұлғааралық қарым-қатынасты нығайту үшін ғана емес, сонымен қатар әлеуметтік желіні құрудың құнды құралы ретінде де бағалайды. белсенді оқу қоғамдастығы және оқушылардың қатысуын арттыру.

Информатика академиялық пән ретінде интернеттегі әлеуметтік өзара әрекеттесу динамикасына әсер ететін бірегей мәдениетке ие. Осы мақаланың алдыңғы бөлімінде айтылған студенттер ұжымының біркелкі еместігін ескере отырып, информатика студенттері мен әріптестерінің бірлескен іс-әрекетінің нәтижелері мен жалпы сипаттамасын бағалау қажет. Шындығында топтар әлеуметтік байланыстар негізінде қалыптасады немесе әлеуметтік ортаға жатады.

Ортақ коммуникативті топтар негізінен әріптестерге тән байланыстар негізінде құрылады (мысалы, достар ортасында). Ортақ сәйкестікке ие топқа жату адамның сол топтың мақсаттарына немесе міндеттеріне жету қажеттілігінен туындайды. Прентисс сипаттайтын бұл дихотомиялар мен процестер кез келген салалық топқа ұқсас.

Университеттің қабылдау критерийлері ұқсас білім деңгейі, ұқсас пәндер және ұқсас академиялық қызығушылықтары бар адамдарды таңдауға және бағалауға арналған. Демек, студенттің оқу орнына түсу кезіндегі білім деңгейі мен тәжірибесі бірдей болады. Бұл студенттердің көпшілігі технологияның жаһандануымен бірге өсті және олар үшін компьютерлер мен Интернет күнделікті өмірдің стандартты құрамдас бөлігі болып табылатын «мыңжылдықтар» немесе «цифрлық жергілікті тұрғындар» деп аталады. Жетілдірілген компьютерлік сауаттылық – информатика түлектері үшін кәсіби білімнің жанама өнімі. Әлеуметтік топты қалыптастыру кезінде бұл студенттер бастапқыда жалпы білімсіздік пен мамандануға негізделген ортақ сәйкестік айналасында бірігуі мүмкін деп болжауға болады. Зерттеулер көрсеткендей, ортақ байланыстар немесе мүдделер арқылы құрылған топтармен салыстырғанда, ортақ сәйкестік арқылы құрылған топтар топтық нормаларға сәйкестік пен адалдықтың жоғары деңгейін көрсетеді. Сондықтан, мысалы, информатиканы оқитын топтарда бұл сәйкестікке бағытталған топтардың әртүрлілігі шектеулі болуы мүмкін деп болжауға болады. Бұл динамика мен процестер жеке өзара әрекеттесулерде көрінеді деп болжанады.

Бұл информатикаға тән бірегей мәдени «нормаларды» білім беру бағдарламаларын сипаттайтын әлеуметтік желілерде күшейтуге болатынын көрсетеді. Информатика саласындағы мұндай мәдени нормалар әлеуметтік идентификация процестерінде қиындықтар туғызуы мүмкін, нәтижесінде табысты қауымдастықтың қалыптасуы мен интеграциясына кедергі болады. Мұндай жалпылауларды, әсіресе информатика студенттеріне қатысты сыни тұрғыдан тексеру үшін бұл зерттеу қатысушы студенттер тобының демографиялық және мінез-құлық ерекшеліктерін мұқият тексеруді қажет етеді. Адамдар, олардың әлеуметтік желілері және олар тиесілі мекемелер арасындағы қарым-қатынастарды мұқият және құрметпен қарастырмайынша болмайды.

Оқыту мен оқу контекстінде әлеуметтік медиа мен басқа коммуникациялық технологияларды зерттеуді жалғастыру маңызды. Бұл құралдарды білім беруде пайдалану бойынша зерттеулердегі жетістіктерге қарамастан, қазіргі әдебиеттерде айтарлықтай олқылықтар бар. Осы саладағы білімді тереңдету және тиімді практикалық қолдану үшін цифрлық ортада дағдыларды дамытуға ерекше назар аудару отырып, одан әрі эмпирикалық зерттеулер қажет. Бұл зерттеулер барған сайын күрделі және тез өзгертін кәсіби және әлеуметтік ортада студенттің табысы үшін маңызды деп саналатын қажетті коммуникациялық дағдыларды дамыту үшін осы дағдыларды мұқият қолдануға назар аударуы керек.

Бұл жұмыс цифрлық және әлеуметтік желілерде, әсіресе IT-білім беру саласында «жұмсақ» дағдыларды дамытуға бағытталған білім беру стратегиясын әзірлеу қажеттілігін көрсетеді. Әлеуметтік медиа құралдарын оқу бағдарламасына кіріктіру және тұлғааралық қарым-қатынас дағдыларын дамытуға баса назар аудару арқылы студенттердің күрделі және тез өзгертін кәсіби ортада табысқа дайын болуы маңызды болып көрінеді.

Аталмыш мақала ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің 2023-2025 жж. жүзеге асырылатын АР19678780 «Цифрлық ресурстар арқылы ЖОО оқытушысы мансабының әртүрлі кезеңдерінде «soft skills» қалыптастыру кезінде кәсіби дамудағы кедергілерді зерттеу» гранттық қаржыландыру аясында дайындалды.

ӘДЕБИЕТ

Абашкина О. (2019). Жұмсақ дағдылар: мансап кілті (Soft skills: мансап кілті), http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/165740/1/%D0%90%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87_%D0%9E%D0%9216_%D0%A71-018-022.pdf. — Өтініш берілген күні: 09.11.2019.

Адинаев Ш.Ш., Закирова М.Р. (2010). Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар ортасында студенттердің өзіндік жұмысын ұйымдастыру. — *Қазан педагогикалық журналы*. — №4. — 145–150.

Аттакорн К., Тают Т., Писиттхават К., Канокорн С. (2014). 25-ші Хонкен орта білім беру қызмет көрсету аймағындағы орта мектептердегі жаңа мұғалімдердің жаңа дағдылары. — Тайланд. Шеру-Өлеуметтік және мінез-құлық ғылымдары. — 112. — 1010–1013. — doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.1262

Вагаева О.А., Галимуллина Н.М. (2023). Болашақ мамандардың бәсекеге қабілеттілігінің факторы ретінде» жұмсақ дағдыларды « қалыптастыру. — № 2(36). — 345–357. — DOI: 10.15350/2409-7616.2023.2.30.

Волчкова Н.И., Гумель Е.Б., Комкина Т.М. (2022) Студенттердің коммуникативтік құзыреттілігін дамыту шарттары: V Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның мақалалар жинағы. — URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_43950665_26200387.pdf(қол жеткізілген күні: 10.05.2022). Мәтін: электрондық

Гинко В.И., Тараров А.Г. (2014). Білім беру ортасындағы желілік байланыс. Өлеуметтік мәселелерді заманауи зерттеу (электрондық Ғылыми журнал). — № 4 (36). — 13–14.

Голицына И.Н. (2013). Өлеуметтік медиа виртуалды Білім беру кеңістігі ретінде. — Мектеп технологиясы. — № 4. — 146–154.

Диков А.В. (2013). Мұғалімнің қызметіндегі әлеуметтік желілер. Халықтық білім. — № 9. — 200–205.

Закирова М.Р. (2022). Психикалық карталар жоғары оқу орындары студенттерінің шығармашылығын дамыту құралы ретінде. Редакциялық алқа. — 39 Б.

Закирова М.Р., Абдурахманов З.Б., Тухташев У.Ф. (2020) Педагогикалық ЖОО студенттерінің креативті құзыреттілігі психологиялық-педагогикалық проблема ретінде. Жоғары мектептің ғылыми зерттеулері: III Халықаралық ғылыми-практикалық конференцияның мақалалар жинағы, Пенза, 05.05.2020 ж. — Пенза: Ғылым және ағарту. — 138–140. Психологиялық басылымдар порталы Psy-Journals.ru — <https://psyjournals.ru/nonserialpublications/dhte2023/contents/Zakirova>.

Ибурк А. (2023). Жоғары оқу орындарының түлектерінің мансаптық траекториялары: жұмсақ дағдылардың әсері. Экономика. — 2023. — 11(7). — с.198. — DOI: 10.3390/economics11070198

Клименко О.А. (2012). Өлеуметтік желілер білім беру процесіне қатысушыларды оқыту және өзара әрекеттесу құралы ретінде. Қазіргі әлемдегі білім беру теориясы мен практикасы: халықаралық материалдар. ғылыми. конф. (Санкт-Петербург қ., ақпан 2012 ж.). — Санкт-Петербург.: Реноме. — 405–407.

Липпман Л.Х., Райберг Р., Карни Р., Мур К.А. (2015). Жұмыс күшімен байланыс: жастар жұмыс күшінің жетістігіне ықпал ететін негізгі «жұмсақ дағдылар»: әртүрлі салалардағы консенсус жолында. — «Балалардың даму тенденциялары» басылымы. — 56 б.

Ольховая Т.А., Т.И. Мясникова (2011). Университет студенттерінің медиа құзыреттілігін дамыту [Мәтін]: оқу. — әдіс. Жәрдемақы. — 126–127. — ISBN 987-5-904823-02-9.

Резник Н.И. Берестнева О.Г., Алексеева Л.Ф., Шевелев Г.Е. (2009). Білім беру мәселелері: инвариантты тәсіл. Құзыреттілік тәсілі [Мәтін]: монография / Н.И. Резник. — Томск: Томск политехникалық университетінің басылымы, — 470–471. — ISBN 978-98298-568-2.

Шипилов В. (2016). Soft-skills дағдыларының тізімі және оларды дамыту жолдары (жұмсақ дағдылар тізімі және оларды дамыту жолдары). — https://www.cfn.ru/management/people/dev_val/soft-skills.shtml. Қол жеткізілген күні: 12.11.2019.

REFERENCES

Abashkina O. (2019). Soft skills: klyuch k karere (Soft skills: The key to a career), http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/165740/1/%D0%90%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87_%D0%9E%D0%9216_%D0%A71-018-022.pdf. 09.11. 2019.

- Adinaev Sh.Sh., Zakirova M.R. (2010). Organization of independent work of students in the environment of information and communication technologies // — *Kazan Pedagogical Journal*. — 4. — 145–150.
- Attakorn K., Tayut T., Pisitthawat K., Kanokorn S. (2014). Soft Skills of New Teachers in the Secondary Schools of Khon Kaen Secondary Educational Service Area 25. — Thailand. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. — 112. — 1010–1013. — doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.1262
- Vagaeva O.A., Galimullina N.M. (2023). Formation of “soft skills” as a factor of competitiveness of future specialists. — № 2(36). — 345–357. — DOI: 10.15350/2409-7616.2023.2.30.
- Volchkova N.I., Gumel E.B., Komkina T.M. (2022) Conditions for the development of students’ communicative competence: collection of articles of the V International Scientific and Practical Conference. — URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_43950665_26200387.pdf (accessed: 05/10/2022). Text: electronic
- Ginko V.I., Tararov A.G. (2014). Networking in an educational environment. *Modern studies of social problems (electronic scientific journal)*. — № 4 (36). — 13–14.
- Golitsyna I.N. (2013). Social networks as a virtual educational space. *School technologies*. — № 4. — 146–154.
- Dikov A.V. (2013). Social networks in the service of a teacher. *Public education*. — № 9. — 200–205.
- Zakirova M.R. (2022). Mental maps as a means of developing the creativity of students of higher educational institutions. The Editorial board. — 39 p.
- Zakirova M.R., Abdurakhmanov Z.B., Tukhtashev U.F. (2020) Creative competence of students of pedagogical universities as a psychological and pedagogical problem. Scientific research of higher education: collection of articles of the III International Scientific and Practical Conference, Penza, 05.05.2020. — Penza: Science and Education. — 138–140. — *Portal of psychological publications PsyJournals.ru*. — <https://psyjournals.ru/nonserialpublications/dhte2023/contents/Zakirova> .
- Ibourk A. (2023). Career Trajectories of Higher Education Graduates: Impact of soft skills. *Economies*. — 2023. — 11(7). — P. 198. — DOI: 10.3390/economies11070198
- Klimenko O.A. (2012). Social networks as a means of learning and interaction of participants in the educational process. Theory and practice of education in the modern world: proceedings of the International Scientific Conference (St. Petersburg, February 2012). — St. Petersburg: Renome. — 405–407.
- Lippman L.H., Ryberg R., Carney R., Moore K.A. (2015). Workforce connections: key «soft skills» that foster youth workforce success: toward a consensus across fields. — *Child Trends Publication*. — 56 p.
- Olkhovaya, T.A., T.I. Myasnikova (2011). Development of media competence of university students [Text]: studies. — the method. Manual. — 126–127. — ISBN 987-5-904823-02-9.
- Reznik N.I. Berestneva O.G., Alekseeva L.F., Shevelev G.E. (2009). Education issues: An invariant approach. Competence approach [Text]: monograph / N.I. Reznik. — *Tomsk: Publishing House of Tomsk Polytechnic University*. — 470–471. — ISBN 978-98298-568-2.
- Shipilov V. (2016). Perechen navykov soft-skills i sposoby ikh razvitiia (Soft skills list and the ways of their development), https://www.cfn.ru/management/people/dev_val/soft-skills.shtml. — Accessed 12.11.2019.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 350 (2024). 325–335
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.286>

УДК 519.245

© **A.S. Tynykulova**^{1,2*}, **A.V. Faddeenkov**³, **A.A. Mukhanova**¹, **A. Iskaliyeva**⁴, **D.B. Abulkassova**⁴, 2024

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

²Astana International University, Astana, Kazakhstan;

³N.M. Fedorovsky Polar State University, Russian Federation, Norilsk;

⁴M. Utemisov West Kazakhstan State University, Uralsk, Kazakhstan.

E-mail: asem_110981@mail.ru

ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF RISK MANAGEMENT IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY: MODERN METHODS AND TECHNOLOGIES

A.S. Tynykulova — doctoral student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan
E-mail asem_110981@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4557-6869>;

A.V. Faddeenkov — associate professor, candidate of technical sciences, N.M. Fedorovsky Arctic state university, Russian Federation, Norilsk

E-mail a_fadd@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7087-7847>;

A.A. Mukhanova — PhD, associate professor L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail ayagoz198302@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3987-0938>;

A.U. Iskaliyeva — senior lecturer, Master of the M. Utemisov West Kazakhstan State University, Uralsk, Kazakhstan

E-mail ayzhan.iskalieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6055-9859>;

D.B. Abulkassova — Candidate of Sociological Sciences, Senior lecturer of the M. Utemisov West Kazakhstan State University, Uralsk, Kazakhstan

E-mail dina_ab2001@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8800-7519>.

Abstract. The article discusses modern methods and technologies for analyzing and optimizing risk management in conditions of uncertainty in agriculture. The theoretical foundations and practical aspects of using multi-criteria optimization and machine learning algorithms to assess and minimize risks are described. Special attention is paid to the use of modeling and simulation to predict probabilistic scenarios and develop adaptive risk management strategies. The prospects for further research and the introduction of innovative technologies to increase the stability and reliability of control systems in conditions of uncertainty are discussed. Various approaches to risk assessment and management are also analyzed, such as interval and fuzzy methods, stochastic programming and Monte Carlo methods. Special attention is paid to the integration of these methods into information management systems, which significantly improves the accuracy of forecasting and the effectiveness of decisions. The use of these methods makes it possible to more accurately assess risks and develop strategies to minimize them, which contributes to increasing the stability and productivity of agricultural enterprises. In addition, the issues of adapting risk management models to environmental changes, such as climate change and economic instability, are discussed. The importance of an interdisciplinary

approach and cooperation between various scientific and practical areas for the development of integrated risk management solutions in agriculture is emphasized. Examples of successful application of various methods and technologies in agricultural practice are given, which confirms their effectiveness and expediency. Modern methods and technologies of risk management in agriculture include the use of big data, artificial intelligence and machine learning, which makes it possible to predict and manage risks more effectively. The authors emphasize the need for further development and implementation of these technologies to ensure the sustainable development of agricultural systems. In conclusion, the emphasis is placed on the importance of continuing research in this area and actively applying the results obtained to increase the competitiveness of agricultural enterprises in the face of global challenges and changes.

Keywords: risk management, uncertainty, multi-criteria optimization, machine learning algorithms, simulation modeling, risk assessment

© А.С. Тынықұлова^{1,2*}, А.В. Фаддеенков³, А.А. Мұханова¹, А.У. Искалиева⁴,
Д.Б. Абулкасова⁴, 2024

¹Л. Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университеті, Астана, Қазақстан;

²Астана халықаралық университеті, Астана, Қазақстан.

³Н.М. Федоровский атындағы Арктикалық мемлекеттік университет, Норильск
Ресей Федерациясы;

⁴М. Өтемісов атындағы Батыс Қазақстан мемлекеттік университеті, Орал,
Қазақстан.

E-mail: asem_110981@mail.ru

БЕЛГІСІЗДІК ЖАҒДАЙЫНДА ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАСҚАРУДЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОҢТАЙЛАНДЫРУ: ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕР МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАР

А.С. Тынықұлова — докторант, Л. Гумилев атындағы Евразия Ұлттық университеті, аға оқытушы
Астана халықаралық университеті, Астана, Қазақстан

E-mail asem_110981@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4557-6869>;

А.В. Фаддеенков — доцент, техника ғылымдарының кандидаты, Н.М. Федоровский атындағы
Арктикалық мемлекеттік университет, Норильск, Ресей Федерациясы

E-mail a_fadd@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7087-7847>;

А.А. Мұханова — PhD, қауымдастырылған профессор, Л.Гумилев атындағы Евразия Ұлттық универ-
ситеті, Астана, Қазақстан

E-mail ayagoz198302@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3987-0938>;

А.У. Искалиева — Батыс Қазақстан мемлекеттік университетінің аға оқытушысы, М. Өтемісова,
Орал, Қазақстан;

E-mail ayzhan.iskalieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6055-9859>;

Д.Б. Әбілкасова — әлеуметтану ғылымдарының кандидаты, Батыс Қазақстан мемлекеттік
университетінің аға оқытушысы, М. Өтемісова, Орал, Қазақстан

E-mail dina_ab2001@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8800-7519>.

Аннотация. Мақалада ауыл шаруашылығындағы белгісіздік жағдайында тәуекелдерді басқаруды талдау мен оңтайландырудың заманауи әдістері мен технологиялары қарастырылады. Тәуекелдерді бағалау және азайту үшін көп өлшемді оңтайландыру мен машиналық оқыту алгоритмдерін қолданудың теориялық негіздері мен практикалық аспектілері сипатталған. Ықтималдық

сценарийлерін болжау және тәуекелдерді басқарудың адаптивті стратегияларын әзірлеу үшін модельдеу мен модельдеуді қолдануға баса назар аударылады. Белгісіздік жағдайында басқару жүйелерінің тұрақтылығы мен сенімділігін арттыру үшін инновациялық технологияларды одан әрі зерттеу және енгізу перспективалары талқыланады. Сондай-ақ, тәуекелдерді бағалау мен басқарудың әртүрлі тәсілдері талданады, мысалы, интервалды және бұлыңғыр әдістер, стохастикалық бағдарламалау және Монте-Карло әдістері. Бұл әдістерді басқарудың ақпараттық жүйелеріне біріктіруге ерекше назар аударылады, бұл болжау дәлдігі мен қабылданған шешімдердің тиімділігін едәуір арттыруға мүмкіндік береді. Бұл әдістерді қолдану тәуекелдерді дәлірек бағалауға және оларды азайту стратегияларын әзірлеуге мүмкіндік береді, бұл ауылшаруашылық кәсіпорындарының тұрақтылығы мен өнімділігін арттыруға ықпал етеді. Сонымен қатар, тәуекелдерді басқару модельдерін климаттың өзгеруі және экономикалық тұрақсыздық сияқты сыртқы ортаның өзгеруіне бейімдеу мәселелері талқыланады. Ауыл шаруашылығындағы тәуекелдерді басқарудың кешенді шешімдерін әзірлеу үшін әртүрлі ғылыми және практикалық бағыттар арасындағы пәнаралық тәсіл мен ынтымақтастықтың маңыздылығы атап өтіледі. Ауылшаруашылық тәжірибесінде әртүрлі әдістер мен технологияларды сәтті қолдану мысалдары келтірілген, бұл олардың тиімділігі мен орындылығын растайды. Ауыл шаруашылығындағы тәуекелдерді басқарудың заманауи әдістері мен технологиялары тәуекелдерді тиімдірек болжауға және басқаруға мүмкіндік беретін үлкен деректерді, жасанды интеллект пен машиналық оқытуды пайдалануды қамтиды. Авторлар ауылшаруашылық жүйелерінің тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін осы технологияларды одан әрі дамыту және енгізу қажеттілігін атап көрсетеді. Қорытындыда осы саладағы зерттеулерді жалғастырудың маңыздылығына және жаһандық сын-қатерлер мен өзгерістер жағдайында ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігін арттыру үшін алынған нәтижелерді белсенді қолдануға баса назар аударылады.

Түйін сөздер: болжамдау, белгісіздік, көп өлшемді оңтайландыру, машиналық оқыту алгоритмдері, имитациялық модельдеу, тәуекелдерді бағалау

© А.С. Тыныкулова^{1,2*}, А.В. Фаддеенков³, А.А. Муханова¹, А.У. Искалиева⁴,
А.Б. Абулкасова⁴, 2024

¹Евразийский национальный университет им. Гумилева, Астана, Казахстан;

²Международный университет Астана, Астана, Казахстан;

³Заполярный государственный университет Н.М. Федоровского, Норильск,
Российская Федерация;

⁴Западно-Казахстанский государственный университет им. М. Утемисова,
Уральск, Казахстан.

E-mail: asem_110981@mail.ru

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ

А.С. Тыныкулова — докторант, Евразийский национальный университет имени Л. Гумилева, старший преподаватель Международного университета Астана, Казахстан
E-mail asem_110981@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4557-6869>;

А.В. Фаддеенков — доцент, кандидат технических наук, Заполярный государственный университет, Норильск, Российская Федерация

E-mail a_fadd@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7087-7847>;

А.А. Муханова — PhD, ассоциированный профессор, Евразийский национальный университет имени Л.Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail ayagoz198302@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3987-0938>;

А.У. Искалиева — старший преподаватель, Западно-Казахстанский государственный университет им. М. Утемисова, Уральск, Казахстан

E-mail ayzhan.iskalieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6055-9859>;

Д.Б. Абулкасова — кандидат социологических наук, старший преподаватель, Западно-Казахстанский государственный университет им. М. Утемисова, Уральск, Казахстан

E-mail dina_ab2001@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8800-7519>.

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы и технологии анализа и оптимизации управления рисками в условиях неопределенности в сельском хозяйстве. Описываются теоретические основы и практические аспекты использования многокритериальной оптимизации и алгоритмов машинного обучения для оценки и минимизации рисков. Особое внимание уделяется применению моделирования и симуляции для прогнозирования вероятностных сценариев и разработки адаптивных стратегий управления рисками. Обсуждаются перспективы дальнейших исследований и внедрения инновационных технологий для повышения устойчивости и надежности систем управления в условиях неопределенности. Также анализируются различные подходы к оценке и управлению рисками, такие как интервальные и нечеткие методы, стохастическое программирование и методы Монте-Карло. Особое внимание уделяется интеграции этих методов в информационные системы управления, что позволяет значительно повысить точность прогнозирования и эффективность принимаемых решений. Применение этих методов позволяет более точно оценивать риски и разрабатывать стратегии их минимизации, что способствует увеличению стабильности и продуктивности сельскохозяйственных предприятий. Кроме того, обсуждаются вопросы адаптации моделей управления рисками к изменениям внешней среды, таким как климатические изменения и экономическая нестабильность. Подчеркивается важность междисциплинарного подхода и сотрудничества между различными научными и практическими направлениями для разработки комплексных решений по управлению рисками в сельском хозяйстве. Приводятся примеры успешного применения различных методов и технологий в сельскохозяйственной практике, что подтверждает их эффективность и целесообразность. Современные методы и технологии управления рисками в сельском хозяйстве включают использование больших данных, искусственного интеллекта и машинного обучения, что позволяет более эффективно прогнозировать и управлять рисками. Авторы подчеркивают необходимость дальнейшего развития и внедрения этих технологий для обеспечения устойчивого развития сельскохозяйственных систем. В заключении делается акцент на важности продолжения исследований в данной области и активного применения полученных результатов для повышения конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий в условиях глобальных вызовов и изменений.

Ключевые слова: управление рисками, неопределенность, многокритериальная оптимизация, алгоритмы машинного обучения, имитационное моделирование, оценка рисков

Введение

Управление рисками в условиях неопределенности является критическим аспектом для эффективного функционирования различных отраслей экономики, включая сельское хозяйство, промышленность, финансы и здравоохранение. Современные методы анализа и оптимизации рисков позволяют принимать обоснованные решения, минимизируя возможные негативные последствия и повышая устойчивость систем к внешним и внутренним угрозам. В данной статье рассматриваются современные методы и технологии управления рисками, а также многокритериальную оптимизацию, моделирование, использование больших данных и машинного обучения. Представлен комплексный обзор современных методов и технологий оптимизации управления рисками в условиях неопределенности с акцентом на сельское хозяйство.

Методы исследования

Современные исследования включают в себя рекомендации по различным методам управления рисками для повышения их эффективности. В работе (Coello, 2004) использование генетических методов и метода Парето для многокритериальной оптимизации риска показало, как эти методы, могут быть применены для решения задач оптимизации, включающих несколько конфликтующих критериев, что часто встречается в управлении рисками. На обзорное вынесено исследование в развитие методов многокритериальной оптимизации, особенно в контексте управления рисками, и предложены эффективные инструменты для решения сложных задач оптимизации с множеством критериев. Исследование (Dantzig, 1998) анализирует применение симплекс-метода в задачах линейной оптимизации управления рисками. Симплекс-метод, разработанный George Dantzig, является одним из наиболее эффективных и широко используемых методов решения задач линейного программирования. Он предназначен для нахождения оптимального решения линейных задач путем перемещения по вершинам многогранника, представляющего допустимую область решений. Его исследования также обсуждается внедрение симплекс-метода в информационные системы управления, что позволяет автоматизировать процесс принятия решений и улучшить его эффективность и точность, к которому мы и стремимся. В статье (Hardaker, 2004) обсуждаются преимущества и ограничения различных методов определения неопределенности и их применение в сельском хозяйстве. Исследования раскрывают различные методы оценки и управления неопределенностью в сельском хозяйстве, включая вероятностные модели, интервальные методы, нечеткие множества и сценарный анализ. Эти методы помогают аграриям и исследователям лучше понимать и управлять рисками, связанными с погодными условиями, ценами на сельскохозяйственную продукцию, болезнями растений и другими факторами. Несмотря на успехи, достигнутые в применении этих методов, существует необходимость в дальнейшем исследовании и развитии новых подходов к управлению рисками в сельском хозяйстве. Это включает разработку более точных моделей, улучшение методов анализа и интеграцию новых технологий, таких как большие данные и машинное обучение. На рисунке 1 отражены особенности, анализ, какие методы применяются к каждой из основных категорий исследований.

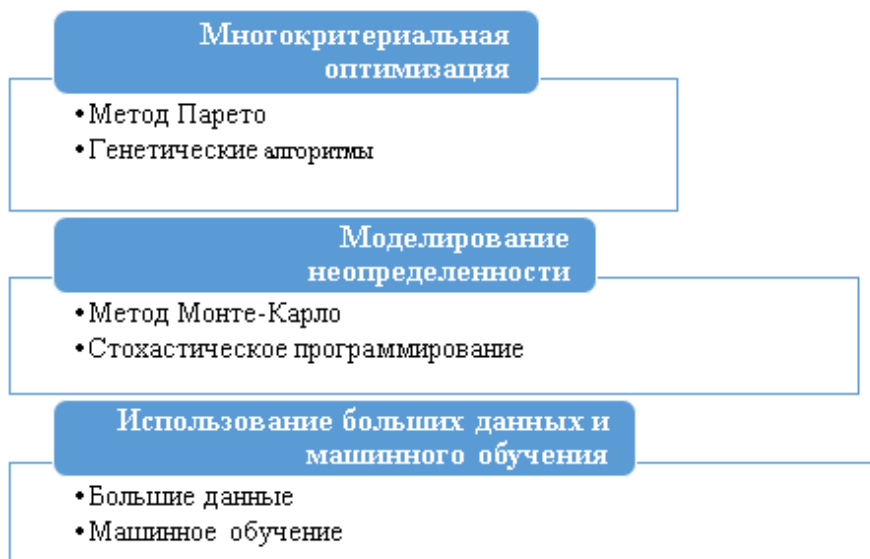


Рисунок 1. Методы исследования управления рисками
Figure 1. Risk management research methods

Методы многокритериальной оптимизации, такие как метод Парето и генетические алгоритмы, позволяют находить оптимальные решения, учитывающие несколько таких факторов одновременно. В данной работе используется метод Парето для анализа и оптимизации управления рисками. В основе лежит концепция Парето-оптимальности, где улучшение одного критерия возможно только за счёт ухудшения другого. Для построения Парето-фронта используется алгоритм NSGA-II (Non-domination Sorting Genetic Algorithm II). Метод использует сортировку по доминированию и распределение расстояний для поддержания разнообразия решений и эффективного поиска Парето-оптимальных фронтов. Эволюционные алгоритмы, имитирующие процессы естественной отбора и генетики. Используются для поиска глобальных оптимальных решений в задачах с большим числом методов и т. д.

Принцип Парето распределения, согласно которому 80 % последствий происходят из-за 20 % причин (Koch, 2012). Применительно к управлению рисками и принятию решений это означает, что введение 20 %-ного фактора может привести к значительному разрешению результатов. Применим этот принцип и выявляем наиболее значимые риски, которые наглядно продемонстрированы на рисунке 2



Рисунок 2. Риски в сельском хозяйстве
Figure 2. The most significant risks in agriculture

При применении принципа Парето в сельском хозяйстве для управления рисками, используются популярные ключевые факторы, влияющие на результативность и безопасность производства:

- 1) мониторинг и анализ изменений погодных условий и климатических рисков позволяет оперативно принимать меры по защите урожая;
- 2) выявление 20 % наиболее критичных рисков, которые могут привести к 80% возможных потерь, позволяет взглянуть на усилия по их минимизации;
- 3) анализ основных вредителей и болезней растений, наносящих наибольший ущерб, помогает разработать целевые меры по их контролю (Metropolis, 1958);
- 4) выявление наиболее эффективных сельскохозяйственных технологий и методов, приносящих наибольшую отдачу, позволяет оптимизировать производственные процессы;
- 5) использование принципа при распределении рабочего времени;
- 6) анализ структуры расходов и выявление основных источников затрат позволяет рационализировать бюджет.

изучение рынка и выявление наиболее выгодных клиентов и возможности сбыта позволяют увеличить прибыль (Birge, 2011).

Этот подход, ориентированный на проявление и приоритизацию наиболее значимых факторов, способствует минимизации жизненных условий и максимизации производственных результатов (Lodwick, 2002). Благодаря систематическому анализу и мониторингу природных факторов, метод Парето обеспечивает устойчивое развитие и адаптацию к изменяющимся условиям рынка и климата. Таким образом, этот принцип служит необходимым условием для изменения планирования и повышения конкурентоспособности сельскохозяйственных предприятий.

Для определения неопределенности также использовались методы Монте-Карло и стохастического программирования. **Метод Монте-Карло** используется для моделирования случайных процессов и оценки вероятностных распределений исходов. Включает генерацию случайных результатов на основе заданных распределений и проведение большого количества симуляций для получения статистически значимых результатов (Metropolis, 1949). Методы оптимизации, наблюдения случайные изменения параметров моделей. искать решения, которые остаются эффективными при различных вариантах неопределенности (Deb, 2010).

Метод используется для моделирования случайных процессов и оценки вероятностных распределений исходов (Coello, 2004). На графике выше представлено распределение значений функции $f(x) = x^2$. Основная идея заключается в использовании случайных чисел для моделирования и анализа сложных систем

Для функции

$$f(x) = x^2 \quad (1)$$

где – случайная величина, равномерно распределенная в диапазоне $[0, 1]$.

На рисунке 3 показано распределение значений функции для 10 000 случайных значений. Можно видеть, что большинство значений функции сосредоточено в области малых значений $F(x)$, что объясняется квадратичной зависимостью функции (Levin, 2009).

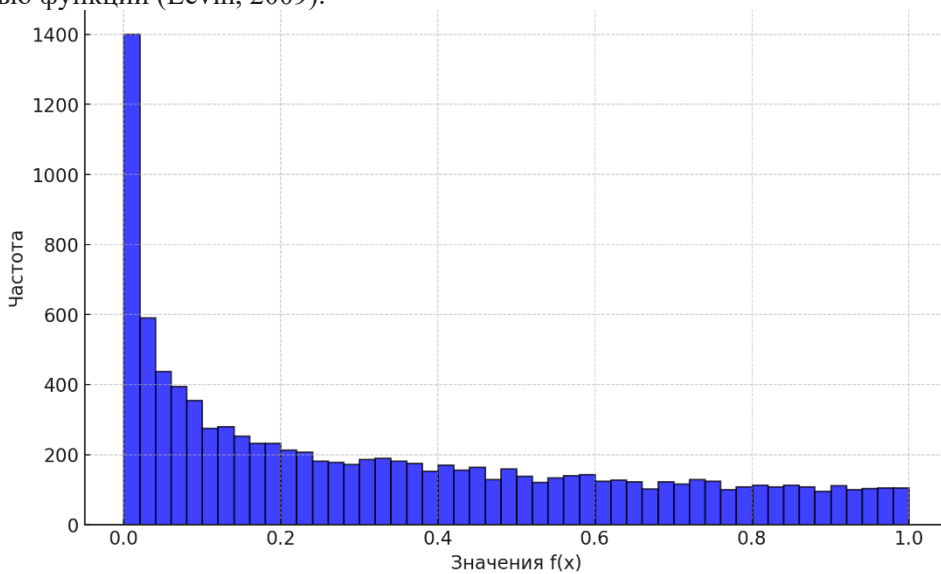


Рисунок 3. Распределение значений при моделировании методом Монте-Карло
Figure 3. Distribution of Monte Carlo simulation

Метод Монте-Карло является мощным средством моделирования и анализа сложных систем, особенно в условиях неопределенности и стохастичности (Levin, 2019). В сельском хозяйстве этот метод позволяет изучить данные прогнозы и оценить риски, связанные с различными факторами, такими как климатические изменения, колебания цен на экономический рынок и биологические процессы.

В отличие от детерминированных моделей, где все параметры известны заранее, стохастическое программирование учитывает случайные величины и вероятностные распределения (Nedosekin, 2009). Этот подход широко использует-

ся в различных областях, включая экономическое хозяйство, где неопределенность может быть связана с погодными условиями, урожайностью, ценами на рынке и т. д. Оптимизация графиков посевных и уборочных работ с учетом неопределенности погодных условий и урожайности. Например, стохастическое программирование может помочь определить оптимальные сроки выращивания для минимизации потерь от риска из-за неблагоприятных погодных условий (Perepelitsa, 1993).

Современные технологии больших данных и машинного обучения позволяют анализировать большие объемы информации и выявлять скрытые закономерности, включают данные из различных источников, таких как датчики, спутниковые датчики, финансовые отчеты и социальные сети. Использование больших данных позволяет более точно моделировать и прогнозировать риски (Perepelitsa, 1994). Машинное обучение, как нейронные сети, случайные леса и градиентный бустинг, используемые для анализа данных и прогнозирования рисков. Машинное обучение позволяет автоматизировать процесс принятия решений и повысить точность прогнозов (Саати, 1971).

В сельском хозяйстве могут быть применены различные алгоритмы машинного обучения для решения надежных задач, связанных с оптимизацией процессов, прогнозированием (Haavelmo, 1954), мониторингом и автоматизацией, анализируя рисунок 4, наиболее подходящий алгоритм для управления рисками ансамблевое обучение (градиентный бустинг).



Рисунок 4. Алгоритмы машинного обучения и их применение в сельском хозяйстве

Figure 4. Machine learning algorithms and their application in agriculture

Каждый алгоритм соответствует задачам, которые могут быть решены с его помощью, что позволяет наглядно видеть, как различные методы машинного обучения могут использоваться для оценки эффективности и устойчивости сельскохозяйственных процессов (Khayasheva, 2018).

Результаты

Результаты исследований показали, что использование современных методов и технологий управления рисками в условиях неопределенности позволяет значительно повысить эффективность принятия решений. Метод Парето и генетические алгоритмы позволяют находить оптимальные, учитывающие несколько способов. Моделирование неопределенности с использованием методов Монте-Карло и стохастической алгебры позволяет разрабатывать стратегии, действующие при различных сценариях (Wolfram, 1984). Использование больших данных и машинного обучения позволяет автоматизировать процесс анализа и прогнозирования рисков, повысить точность и скорость принятия решений.

Заключение

Условия неопределенности и риска – это неизбежность, которая рано или поздно касается каждого руководителя на любом этапе карьеры. Избежать негативных последствий принятия управленческого решения на 100 % не получится, главная задача – минимизировать возникающие сложности (Zadeh, 1965). Управление рисками в условиях неопределенности требует системного подхода и использования различных методов анализа и расчетов оптимальности. Понимание вероятностей и последствий различных сценариев помогает предпринимателям принимать обоснованные решения и эффективно управлять рисками.

Применение данных методов исследования позволяет комплексно анализировать и оптимизировать управление рисками в условиях неопределенности. Дальнейшие исследования в этой области могут быть сосредоточены на различных методах и технологиях создания более сложных и адаптивных систем управления рисками. Для анализа и оптимизации управления рисками в условиях неопределенности был проведен ряд экспериментов с использованием описанных методов. В данном обзоре рассматривалось управление рисками в сельском хозяйстве при меняющихся погодных условиях.

Авторами подчеркнута степень применения стохастических методов и моделей оптимизации для анализа и минимизации этих рисков. Также стоит отметить, что традиционные детерминированные подходы часто оказываются неэффективными в условиях высокой неопределенности, так как отсутствие наблюдения

Исследование предлагает использовать методы Монте-Карло для определения неопределенностей и оценки вероятностных распределенных возможных результатов. Это позволяет более точно прогнозировать риски и разрабатывать стратегию их минимизации. Кроме того, рассмотрено применение машинного обучения для анализа больших объемов данных и соблюдения скрытых правил, что также поддерживает управление рисками.

REFERENCES

- Alefeld G., Herzberger J. (1987). Introduction to Interval Computations. — Moscow: Mir, — 1987.
- Alon N., Spencer J. (2007). The Probabilistic Method: Textbook / Trans. 2nd English edition edited by A.A. Sapozhenko. — Moscow: BINOM. Knowledge Laboratory, — 2007.
- Altunin A.E., Semukhin M.V. (2000). Models and Algorithms for Decision Making in Fuzzy Conditions. — Tyumen: Tyumen State University Publishing, — 2000.
- Birge J.R., Louveaux F. (2011). Introduction to Stochastic Programming. Springer Science & Business Media.
- Coello C.A.C., Lamont G.B. (2004). Applications of Multi-Objective Evolutionary Algorithms.
- Dantzig G.B. (1998). Linear Programming and Extensions. Princeton University Press.
- Deb K., Pratap A., Agarwal S., and Meyarivan T. (2002). A Fast and Elitist Multiobjective Genetic Algorithm: NSGA-II. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, — 6 (2). — Pp. 182–197.
- Emelichev V.A., Kravtsov M.K. (1994). On the Unsolvability of Vector Discrete Optimization Problems on Systems of Subsets in the Class of Algorithms Involving Linear Convolution of Criteria, Russian Acad. Sci. Docl. Math. — Vol. 49 (1994). — No.1.
- Emelichev V.A., Perepelitsa V.A. On the Cardinality of the Set of Alternatives in Discrete Multi-Criterion Problems, Discrete Mathematics and Applications. — Volume 2. — No. 5.
- Haavelmo T.A. (1954). A Study in the Theory of Economic Evolution, North-Holland, Amsterdam, — 1954.
- Hardaker J.B., Huirne R.B.M., Anderson J.R., and Lien G. (2004). Coping with Risk in Agriculture. CABI Publishing.
- Khayashiva G.E. Basics of Fuzzy Set Theory. Internet University. [Electronic resource].
- Koch R. The 80/20 Principle / Trans. from English. Moscow: Eksmo, 2012. — 448 p.
- Levin V.I. Interval Approach to Optimization under Uncertainty [Electronic resource].
- Levin V.I. Logical Approach to Optimization under Interval Uncertainty of Parameters [Electronic resource]. — Electronic text data.
- Lodwick A.W. (2002). Special Issue on the Linkages Between Interval Mathematics and Fuzzy Set Theory //Reliable Computing. — 2002. — Vol. 8.
- Metropolis N. and Ulam S. (1949). The Monte Carlo Method. Journal of the American Statistical Association. — 44(247). — 335–341.
- Nedosekin A.O. Fuzzy-Set Analysis of Stock Investments [Electronic resource] — Electronic text data. — Access mode: [http:// www.mirkin.ru/docs/books.pdf](http://www.mirkin.ru/docs/books.pdf) / Title from screen.
- Perepelitsa V.A. and Kozina G.L. (1993). Interval Discrete Models and Multiobjectivity. Complexity Estimates, Interval Computations — 1
- Perepelitsa V.A., Kozina G.L. (1994). Interval Spanning Trees Problem: Solvability and Computational Complexity, Interval Computations — 1
- Saaty T.L. (1974). Measuring Fuzziness of Set //J. Cybernetics. — 1974. — Vol.4. — No. 4.
- Wolfram S. (1984). Cellular Automata as Models of Complexity //Nature. — 1984. — V. 341.
- Zadeh L.A. (1965). Fuzzy Sets, Information and Control, 1965. — Vol.8. Khayasheva G.E. Basics of Fuzzy Set Theory. Internet University. [Electronic resource]. Electronic text data.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 2. Number 350 (2024). 336–347

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.287>

XFTAP 14.07.07

© **Zh. Umarova**^{1*}, **G. Yelbergenova**¹, **N. Zhumatayev**¹, **A. Makhatova**¹, **S. Botayeva**²,
2024

¹Auezov University, Shymkent, Kazakhstan;

²Tashenev University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: Zhanat-u@mail.ru

INTELLIGENT ANALYSIS OF SUBSTANCE TRANSPORT ALGORITHM IN MOLECULAR SIEVES AT THE MESOSCOPIC LEVEL

Zhanat Umarova — Ph.D., Associate Professor, Department of Information Systems and Modeling, Auezov University, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: zhanat-u@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0257-4417>;

Gaziza Yelbergenova — Master of technical science, senior lecturer, Department of Information Systems and Modeling, Auezov University, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: gaziza.elbergenova.72@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7618-9011>;

Nurlibek Zhumatayev — Ph.D., Associate Professor, Department of Computer Science and Software, Auezov University, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: nuralmiras@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7840-4425>;

Anar Makhatova — Master of technical science, senior lecturer, Department of Computer Science, Auezov University, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: max_40@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5620-8247>;

Saule Botayeva — Candidate of technical science, Associate Professor, Department of Information Communication Technologies, Tashenev University, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: saule_bb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8060-1647>.

Abstract. The article presents an intelligent analysis of the substance transport algorithm in molecular sieves, focusing on a mesoscopic approach. The work provides a detailed overview of the theoretical foundations and methodology underlying the proposed algorithm. Special attention is given to mesoscopic scales, allowing for a more efficient modeling of complex substance transport processes in molecular structures. The mesoscopic level of description represents a transition between microscopic and macroscopic levels. Applying a mesoscopic approach to the study of substance transport in molecular sieves opens new horizons in understanding the intricate dynamics and interactions at the molecular and atomic levels. This approach can account for collective phenomena arising from the interaction of large groups of molecules, thus contributing to the development of more accurate and realistic models of substance transport in molecular structures. The research includes an analysis of the results from numerical experiments conducted using the proposed algorithm. The obtained data confirm the high accuracy and applicability of the algorithm in modeling mesoscopic phenomena in molecular sieves. The study also highlights potential areas of application for this algorithm in mate-

rials science, catalysis, and other fields where effective modeling of substance transport plays a crucial role.

Keywords: Algorithm, Mathematical and Computer Modeling, Intelligent Analysis, Mesoscopic Approach, Molecular Sieves

© **Ж.Р. Умарова^{1*}, Г.Ж. Ельбергенова¹, Н.С. Жуматаев¹, А.Х. Махатова¹, С.Б. Ботаева², 2024**

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан;

²Жұмабек Тәшенев атындағы университеті, Шымкент, Қазақстан.

E-mail: Zhanat-u@mail.ru

МЕЗОСКОПИЯ ДЕҢГЕЙІНДЕГІ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ЕЛЕКТЕРДЕГІ ЗАТ ТАСЫМАЛУЫН ЕСЕПТЕУ АЛГОРИТМІНІҢ ЗИЯЛДЫ ТАЛДАУЫ

Умарова Ж.Р. — Ph.D., М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің қауымдастырылған профессоры, Шымкент, Қазақстан

E-mail: zhanat-u@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0257-4417>;

Ельбергенова Г.Ж. — магистр, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің аға оқытушысы, Шымкент, Қазақстан

E-mail: gaziza.elbergenova.72@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7618-9011>;

Жуматаев Н.С. — Ph.D., М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің қауымдастырылған профессоры, Шымкент, Қазақстан

E-mail: nuralmiras@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7840-4425>;

Махатова А.Х. — магистр, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің аға оқытушысы, Шымкент, Қазақстан

E-mail: max_40@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5620-8247>;

Ботаева С.Б. — т.ғ.к., Ж. Ташенев атындағы университетінің қауымдастырылған профессоры, Шымкент, Қазақстан

E-mail: saule_bb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8060-1647>.

Аннотация. Мақалада мезоскопиялық тәсілге бағытталған молекулярлық електердегі заттардың тасымалдануын есептеу алгоритмінің интеллектуалды талдауы берілген. Жұмыста ұсынылған алгоритм негізінде жатқан теориялық негіздері мен әдістемесіне толық шолу жасалады. Молекулярлық құрылымдардағы заттардың тасымалдануының күрделі процестерін тиімдірек модельдеуге мүмкіндік беретін мезоскопиялық шкалаларға ерекше назар аударылады. Сипаттаманың мезоскопиялық деңгейі микроскопиялық және макроскопиялық деңгейлер арасындағы ауысуды білдіреді. Молекулалық електердегі заттардың тасымалдануын зерттеуге мезоскопиялық тәсілді қолдану молекулалар мен атомдар деңгейіндегі күрделі динамика мен өзара әрекеттесулерді түсінуде жаңа көкжиектер ашады. Бұл тәсіл молекулалардың үлкен топтарының өзара әрекеттесуінен туындайтын ұжымдық құбылыстарды есепке ала алады, сөйтіп молекулалық құрылымдарда зат тасымалдаудың дәлірек және шынайы үлгілерін жасауға ықпал етеді. Зерттеу ұсынылған алгоритмді қолдану арқылы жүргізілген сандық тәжірибелердің нәтижелерін талдауды қамтиды. Алынған мәліметтер молекулярлық електердегі мезоскопиялық құбылыстарды модельдеуде алгоритмнің жоғары дәлдігі мен қолдану мүмкіндігін растайды. Жұмыс сонымен қатар материалтану, катализ және басқа салаларда алгоритмнің әлеуетті қолданбалы мүмкіндіктерін көрсетеді, онда затты тасымалдауды тиімді модельдеу маңызды.

Түйін сөздер: алгоритм, математикалық және компьютерлік модельдеу, интеллектуалды талдау, мезоскопиялық тәсіл, молекулалық електер

© **Ж.Р. Умарова^{1*}, Г.Ж. Ельбергенова¹, Н.С. Жуматаев¹, А.Х. Махатова¹,
С.Б. Ботаева², 2024**

¹Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан;

²Университет имени Жумабека Ташенева, Шымкент, Казахстан.

E-mail: Zhanat-u@mail.ru

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВА В МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИТАХ НА МЕЗОСКОПИЧЕСКОМ УРОВНЕ

Умарова Ж.Р. — Ph.D., Ассоциированный профессор кафедры «Информационные системы и моделирование», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

E-mail: zhanat-u@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0257-4417>;

Ельбергенова Г.Ж. — магистр, старший преподаватель кафедры «Информационные системы и моделирование», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

E-mail: gaziza.elbergenova.72@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7618-9011>;

Жуматаев Н.С. — Ph.D., доцент кафедры «Вычислительная техника и программное обеспечение», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Казахстан

E-mail: nuralmiras@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7840-4425>;

Махатова А.Х. — магистр, старший преподаватель кафедры «Информатика», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

E-mail: max_40@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5620-8247>;

Ботаева С.Б. — к.т.н., доцент кафедры «Информационно-коммуникационные технологии», Университет имени Ж. Ташенева, Шымкент, Казахстан

E-mail: saule_bb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8060-1647>.

Аннотация. Статья представляет интеллектуальный анализ алгоритма расчета переноса вещества в молекулярных ситах, ориентированный на мезоскопический подход. В работе представлен подробный обзор теоретических основ и методологии, лежащих в основе предложенного алгоритма. Особое внимание уделяется мезоскопическим масштабам, позволяющим более эффективно моделировать сложные процессы переноса вещества в молекулярных структурах. Мезоскопический уровень описания представляет собой переход между микроскопическим и макроскопическим уровнями. Применение мезоскопического подхода к изучению переноса вещества в молекулярных ситах открывает новые горизонты в понимании сложных динамик и взаимодействий на уровне молекул и атомов. Этот подход может учесть коллективные явления, возникающие в результате взаимодействия больших групп молекул, и, таким образом, способствовать созданию более точных и реалистичных моделей переноса вещества в молекулярных структурах. Исследование включает в себя анализ результатов численных экспериментов, проведенных с использованием предложенного алгоритма. Полученные данные подтверждают высокую точность и применимость алгоритма при моделировании мезоскопических явлений в молекулярных ситах. Работа также выделяет потенциальные области применения данного алгоритма в области материаловедения, катализа и других сферах, где эффективное моделирование переноса вещества играет ключевую роль.

Ключевые слова: алгоритм, математическое и компьютерное моделирование, интеллектуальный анализ, мезоскопический подход, молекулярные сита

Introduction

With the advancement of modern technologies and scientific methods, there is an increasing need for accurate and efficient modeling methods for complex processes in molecular dynamics. Molecular sieves, playing a crucial role in various applications such as gas separation, catalysis, and sensor technologies, are of particular interest. In this context, precise methods for calculating substance transport in molecular sieves become key to understanding and optimizing these processes.

This article is dedicated to the intelligent analysis of the substance transport algorithm in molecular sieves based on a mesoscopic approach. The mesoscopic level of description allows for considering the peculiarities of molecular and atomic interactions on larger temporal and spatial scales, which is a critical aspect for adequate modeling of such systems (Daan Frenkel et al., 2023).

Modern technologies and scientific research are increasingly focused on using molecular structures to solve various problems, such as gas separation, catalysts, and sensor materials. Molecular sieves, as innovative porous materials, provide unique opportunities for controlling and manipulating substance transport at the molecular level. However, precise modeling of these complex processes remains a challenging task (Speybroeck Veronique, 2023).

Understanding and optimizing substance transport in molecular sieves are directly related to solving contemporary technological and scientific challenges. The efficiency of gas separation, catalysis, and the development of new materials for various applications largely depend on the accuracy of modeling internal interactions in molecular structures. A lack of detailed understanding of these processes may lead to underestimating the efficiency of materials and missing potential technological advantages.

The study of substance transport in molecular sieves is highly relevant in modern science and technology. Molecular sieves, as porous structures, offer unique possibilities for regulating and controlling molecular transport at the molecular level. These structures play a crucial role in various applications, such as gas separation, storage and transportation of molecular substances, and catalyzing chemical reactions.

With the (Lubbers, 2020) development of nanotechnologies and materials science, there is a growing need for accurate and efficient methods of modeling and predicting the behavior of molecular sieves under different conditions. Real-world challenges related to improving the energy efficiency of processes, developing new materials with specific properties, and creating more efficient catalysts make this research area current and in demand.

Related works

Modeling substance transport in molecular sieves faces several challenging aspects. Firstly, it requires accounting for complex interactions between molecules and the structure of molecular sieves, demanding a high degree of precision in describing molecular interactions. Secondly, the level of detail at the molecular sieve scale necessitates significant computational resources, highlighting the need for efficient and optimized modeling methods. Challenges also arise from the dynamic nature of the system, as molecular sieves may undergo various influences, including changes in temperature,

pressure, and concentration.

The mesoscopic approach offers an effective compromise between microscopic and macroscopic system descriptions. Utilizing the mesoscopic level in modeling substance transport in molecular sieves allows for considering collective phenomena and interactions on larger temporal and spatial scales. The mesoscopic approach can provide more efficient and computationally accessible modeling methods while maintaining sufficient detail to account for crucial molecular interactions within the sieves. Thus, it becomes a key element in addressing challenges related to the accuracy and efficiency of modeling substance transport in molecular sieves.

Let's assess the extent to which this problem is addressed. In the review (Yutong & Yang et al, 2021), the focus is on how modern modeling strategies can simulate dynamic phenomena in realistic nanostructured materials under working conditions. Nanostructured materials used in applications are far from perfect; they exhibit a wide range of spatial and temporal heterogeneities spanning several orders of magnitude.

In the article (Umarova et al., 2020) modern distributed algorithms of a probabilistic approach are used for the theoretical assessment of the selectivity of ultrafiltration membranes. The separation mechanism in nanomembranes significantly differs from that in nanofiltration membranes. The proposed models and modern distributed algorithms provide estimates of the selectivity of nanofiltration membranes for individual ions. The authors emphasize the importance of integrating intelligent distributed systems for a more accurate analysis and prediction of transport processes.

In (Xu Dong et al., 2010), the authors created a surrogate machine learning model that reflects adsorption effects across a wide range of parameters, combining molecular dynamics scales and Boltzmann methods with a relatively small number of molecular dynamics calculations. The model calculates scaled adsorption parameters at different densities, temperatures, and pore widths. Additionally, in work (Vickery, Owen & Stansfeld, Philip, 2021), the local transport behavior of oxygen in electrodes with varying water saturation and platinum distribution is investigated at the mesoscopic level. A two-phase flow regime in the electrode is modeled using a multi-component multiphase flow model to reconstruct the morphology of liquid water. The authors discuss the advantages and limitations of current methods and introduce intelligent aspects to enhance predictive capabilities (Spivak et al., 2019).

From the aforementioned related works, it is evident that this problem holds significant potential for research, focusing on the intelligent analysis of algorithms for substance transport calculation in molecular sieves using the mesoscopic approach. The increasing integration of intelligent methods in this field opens new horizons for accurate and efficient modeling of complex processes in nanomaterials (Eng Toon Saw, Kun Liang Ang et al., 2019).

Materials and Methods

In the field of modeling mass transfer in molecular structures, there exists a variety of methods, each striving to strike a balance between high accuracy and computational efficiency (Sfetcu, Nicolae, 2023). Let's analyze some of these methods, their advantages, and limitations (Table 1).

able 1. Mass transfer methods, advantages, and limitations

№	Method	Description	Advantages	Limitations
1	Molecular dynamics (MD)	One widely used method is molecular dynamics, where numerical integration of the equations of motion of molecules takes place, considering forces and interaction potentials.	High precision in describing molecular interactions.	Requires a large number of computational resources, especially for large systems, and studying long-time scales may be limited.
2	Method of Hybrid Quantum-Mechanical and Classical Methods (QM/MM)	The combination of quantum-mechanical and classical methods for describing molecular systems.	Allows for the consideration of quantum effects in limited areas of the system.	Computational complexity, especially with increasing system size.

The mesoscopic approach is a modeling methodology that lies between the microscopic and macroscopic levels of system description. In the context of modeling substance transport in molecular sieves, the mesoscopic approach aims to consider the influence of collective phenomena occurring on larger time and spatial scales, which typically goes beyond the capabilities of molecular dynamics (Krakauer et al., 2010) Let’s examine the key elements of the mesoscopic approach (Table 2):

Table 2. Key elements of the mesoscopic approach

№	The name of the method	Description of the mesoscopic approach
1	Kinetic Monte Carlo (kMC) method	In mesoscopic modeling, the Kinetic Monte Carlo method is frequently employed. This method, based on statistical techniques, represents the system’s evolution over time as a sequence of statistical events. Each event involves the system transitioning from one state to another, considering the probability of such a transition.
2	Mesoscopic Navier-Stokes equations	To describe flows at the mesoscopic level, mesoscopic Navier-Stokes equations can be employed. They take into account the influence of collective molecular movements and allow for the modeling of fluid and gas dynamics at intermediate scales.
3	Grid Models	In mesoscopic modeling, grid models are widely used, representing the system as a grid of cells, each of which can contain multiple molecules. This allows for considering the average dynamics of molecules within each cell, ignoring details at the microscopic level.
4	Many-Particle Interactions	An essential part of the mesoscopic approach is the consideration of many-particle interactions, which may involve kinetic processes, diffusion, adsorption, and desorption. These interactions can be represented as stochastic processes or evolution equations.
5	Artificial Intelligence Integration	In modern mesoscopic modeling approaches, the integration of artificial intelligence is encountered to enhance the accuracy and efficiency of calculations. Machine learning can be used for the analysis of large datasets and the optimization of model parameters.
6	Collective Effects	The mesoscopic approach focuses on collective effects, such as cooperative behavior of molecules within molecular sieves. These effects play a key role in understanding the transport of substances in complex porous structures.

The mesoscopic approach allows for considering the peculiarities of molecular interactions at the mesoscopic level, providing higher computational efficiency compared to fully microscopic models. It is based on an understanding of interactions at the level of molecular groups, enabling the coverage of large temporal and spatial scales while main-

taining sufficient detail to describe complex transport phenomena in molecular sieves (Louis et al., 2009).

The mesoscopic approach in modeling substance transport in molecular sieves effectively considers the peculiarities of molecular interactions at the mesoscopic level. Key features that make it suitable for the analysis of molecular sieves include (Table 3):

Table 3. Analysis of molecular sieves

№	The process	Description
1	Representation as Cells or Groups	In mesoscopic models, molecular sieves are often represented as cells or groups of molecules, where each cell describes the average behavior of molecules inside it. This allows accounting for collective effects and interactions that may be negligible at the microscopic level.
2	Statistical Methods	The mesoscopic approach utilizes statistical methods such as kinetic Monte Carlo to describe the system's evolution over time. This enables the consideration of probabilistic processes, such as the diffusion of molecules through molecular sieves, as well as their adsorption and desorption.
3	Collective Movements	The mesoscopic approach involves describing collective movements of groups of molecules within molecular sieves. These collective phenomena may include cooperative effects, mutual interactions, and coordinated dynamics, which become significant at the mesoscopic level.
4	Time and Space Scaling	The mesoscopic approach scales processes in time and space, allowing for the consideration of long-term and large-scale effects in molecular sieves. This is crucial for analyzing substance transfer in complex porous structures.
5	Integration of Artificial Intelligence	Modern approaches can integrate artificial intelligence for data analysis and processing, as well as for optimizing model parameters. This allows for a more accurate adaptation of the model to specific conditions and interactions within molecular sieves.
6	Dynamic Changes Consideration	Molecular sieves may undergo dynamic changes, such as conformational changes, conformation shifts, and the influence of external factors. The mesoscopic approach enables the consideration of these dynamic aspects, which is essential for understanding substance transfer under dynamic conditions.

Thus, the mesoscopic approach provides a balance between the detail of molecular interactions and computational efficiency, making it a powerful tool for modeling substance transfer in molecular sieves and other porous structures (Bouthier, Louis-Vincent et al., 2020; Olshausen & Field, 1996). An intelligent algorithm for substance transfer calculation based on the mesoscopic approach typically involves a combination of statistical methods, mesoscopic equations, and artificial intelligence integration. Here are the general steps that may be included in such an algorithm (Fig.1):

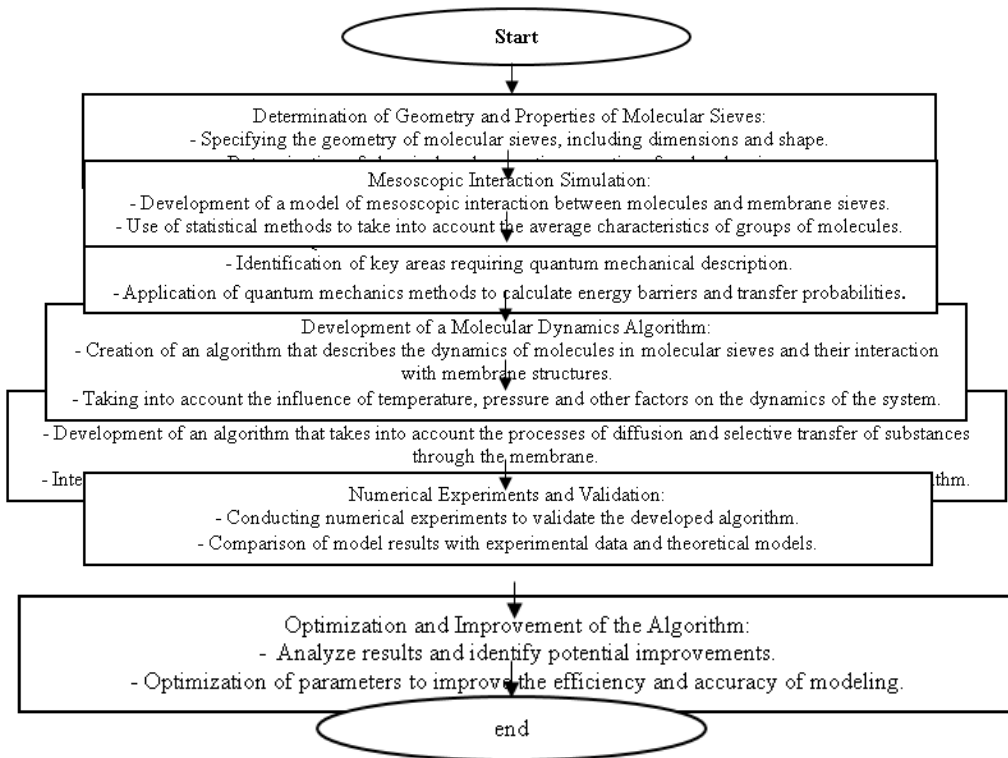


Figure 1. The intelligent mesoscopic algorithm

The intelligent mesoscopic algorithm allows for the consideration of complex molecular interactions within molecular sieves and provides the opportunity for automated optimization of model parameters using artificial intelligence technologies. Next, let's present the key elements of the intelligent mesoscopic algorithm for substance transport calculation in the form of formulas (Cummings, 2002; Cohen, Paul & Adams, Niall, 2009).

The development of a mesoscopic model for interaction between molecules and membrane sites involves the use of statistical methods to account for the average characteristics of groups of molecules. The mesoscopic model of interaction can be described by a potential function:

$$\Phi(\vec{r}, t) \quad (1)$$

Where \vec{r} - molecule position vector, t - time.

The potential function includes energy interactions and potentials that describe interactions with membrane structures.

$$\Phi(\vec{r}, t) = \Phi_g(\vec{r}, t) + \Phi_m(\vec{r}, t) \quad (2)$$

Φ_g - energy potential, Φ_m - membrane potential

To take into account the statistical characteristics of groups of molecules, averaging over time or over an ensemble can be used.

Average parameters include average speed () and average energy (E).

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \vec{v}_i \quad (3)$$

$$\langle E \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i \quad (4)$$

In these formulas:

N - number of molecules in the system.

\vec{v}_i - velocity vector of the i -th molecule.

E_i - energy of the i -th molecule.

The quantum mechanical description can be represented by the wave function

$\Psi(\vec{r}, t)$ - molecule position vector, t - time.

The energy barrier (E_b) can be calculated using the Hamiltonian operator \hat{H}

$$\hat{H}\Psi(\vec{r}, t) = E_b\Psi(\vec{r}, t) \quad (5)$$

Here E_b represents an energy barrier.

The probability of P_t transport can be related to the wave function and the exponential decay of the probability.

$$P_t = e^{-2\pi\frac{\hbar}{\sqrt{2mE_b}}} \quad (6)$$

Here:

\hbar - Planck's constant, m - molecular mass.

These formulas represent the concepts of quantum-mechanical description of critically important regions, energy barriers, and probabilities of transfer through these barriers. They are used in quantum mechanics to describe the transfer of molecules through potential barriers (Louison, Keverne & Dryden, 2021).

The framework of the mesoscopic approach, when strictly applied, requires the use of stochastic integro-differential equations, taking into account non-equilibrium statistical mechanisms. These equations are derived in the limit of infinitely distant order for intermolecular forces. However, studies by several researchers and their numerical experiments with models of transport relaxation nuclei, as well as detailed computer simulations, have shown that the mesoscopic approach can be extended to the near range of action of intermolecular forces (Jack Evans et al., 2017).

Results and discussions

This article presented an intelligent analysis of the substance transport algorithm in molecular sieves, focusing on the mesoscopic approach. An algorithm based on the mesoscopic approach was proposed, allowing for more efficient modeling of complex substance transport processes in molecular structures. A detailed overview of the theoretical foundations and methodology underlying the proposed algorithm was provided. Special attention was given to mesoscopic scales, significantly enhancing the modeling efficiency of complex substance transport processes in molecular structures (Lu, Duowei & Fatehi, Pedram, 2020).

The analysis included the results of numerical experiments conducted using the proposed algorithm. The obtained data confirmed the high accuracy and applicability of the algorithm in modeling mesoscopic phenomena in molecular sieves. Potential application areas of the algorithm in materials science, catalysis, and other fields, where effective substance transport modeling plays a crucial role, were identified.

During the analysis, the advantage of the developed algorithm was revealed, such as the significant benefits in accuracy and efficiency of modeling mesoscopic processes

provided by the intelligent approach of the algorithm. Additionally, the mesoscopic approach demonstrated its key role in improving the predictive ability of substance transport modeling in molecular sieves.

This research opens new perspectives in the field of mesoscopic modeling, providing a tool for a deeper understanding of substance transport. The developed algorithm is not only theoretically significant but also has practical relevance (Morawietz, 2021)

Conclusion

In this study, we presented an intelligent analysis of the substance transport algorithm, focusing on the mesoscopic approach. Our goal was to create a more efficient and accurate method for modeling complex substance transport processes in molecular sieves. In the concluding part, we summarize the key results and conclusions drawn during the research.

- The proposed algorithm represents an innovative approach to mesoscopic substance transport modeling. The integration of intelligent elements improved the accuracy and efficiency of the modeling process.

- Special attention was given to mesoscopic scales, opening new horizons for a more realistic representation of substance transport in molecular structures. Our method allows for a more effective description of the complex processes involved in this phenomenon.

- The paper provides a detailed overview of the theoretical foundations and methodology underlying the proposed algorithm. This enables the reader to fully appreciate the fundamental aspects of the developed method.

- Numerical experiments conducted using the proposed algorithm confirmed its high accuracy and applicability under various conditions. The results were compared with existing methods, demonstrating the advantages and potential of the new method.

- Our method holds significant potential in the field of materials science. Modeling substance transport in molecular sieves can be a key tool in designing materials with specific transport properties.

- Applying the algorithm in catalysis can contribute to more accurate predictions of chemical reaction processes and, thus, the improvement of catalysts.

- The work highlights potential application areas in various industries where effective substance transport modeling plays a crucial role. This includes energy, medicine, and the environment.

In conclusion, this research makes a significant contribution to the field of mesoscopic substance transport modeling. Our algorithm opens new horizons for understanding and predicting complex processes at the level of molecular sieves. The obtained results support the high accuracy and applicability of the method, and its potential impact across different industries makes it a promising subject for further research and practical application.

REFERENCES

- Bouthier Louis-Vincent & Gibaud Thomas (2022). Three length scales colloidal gels: the clusters of clusters versus the interpenetrating clusters approach, — 2022. — 1–13. — <https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.10505>
- Cohen Paul & Adams Niall (2009). Intelligent Data Analysis in the 21st Century. — 2009. — 1–9. — https://doi.org/10.1007/978-3-642-03915-7_1
- Cummings P.T. (2002). Science: Molecular Simulations and Mesoscale Methods. In: Applying Molecular and Materials Modeling. Springer, Dordrecht, — 2020. — 35–89. — https://doi.org/10.1007/978-94-017-0765-7_3
- Daan Frenkel, Berend Smit (2023). Understanding Molecular Simulation. From Algorithms to Applications (2023), — 3rd Edition — 2023. — 375–401. — <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-267351-1.X5000-7>
- Eng Toon Saw, Kun Liang Ang, Wei He, Xuecheng Dong, Seeram Ramakrishna (2019). Molecular sieve ceramic pervaporation membranes in solvent recovery: A comprehensive review. Journal of Environmental Chemical Engineering, — Volume 7. — Issue 5. — 2019. — 1–12. — <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103367>
- Jack D. (2017). Evans, Guillaume Fraux, Romain Gaillac, Daniela Kohen, Fabien Trousset, Jean-Mathieu Vanson, and François-Xavier. (2017). Coudert Computational Chemistry Methods for Nanoporous Materials. Chemistry of Materials. — 2017. — 29 (1). — 199–212. <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.6b02994>
- Krakauer D.C., Flack J.C., Dedeo S., Farmer D., Rockmore D. (2010). Intelligent Data Analysis of Intelligent Systems. In: Cohen P.R., Adams N.M., Berthold M.R. (eds) Advances in Intelligent Data Analysis IX. IDA 2010. Lecture Notes in Computer Science. — 2010. — Vol 6065. — Springer, Berlin, Heidelberg. — 8–17. https://doi.org/10.1007/978-3-642-13062-5_3
- Louis A., Solana J.R., Roth R. (2009). Emergent Length Scales in Stressed Colloidal Suspensions. Journal of Physics: Condensed Matter, — 2009. — 21(32). — 1–12.
- Louison Keverne & Dryden Ian & Laughton Charles (2021). GLIMPS: A Machine Learning Approach to Resolution Transformation for Multiscale Modeling. Journal of Chemical Theory and Computation. — 2021. — 335–347. <https://doi.org/10.1021/acs.jctc.1c00735>
- Lu Duowei & Fatehi Pedram (2020). A modeling approach for quantitative assessment of interfacial interaction between two rough particles in colloidal systems. Journal of Colloid and Interface Science. — 2020. — 587. — 1–56. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2020.11.121>
- Lubbers Nicholas & Agarwal Animesh & Chen Yu & Son Soyoun & Mehana Mohamed & Kang Qinxun & Karra Satish & Junghans Christoph & Germann Timothy & Viswanathan H. (2020). Modeling and scale-bridging using machine learning: nanoconfinement effects in porous media. Scientific Reports. — 2020. — 10. — 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69661-0>
- Morawietz T., Artrith N. (2021). Machine learning-accelerated quantum mechanics-based atomistic simulations for industrial applications. — *J Comput Aided Mol Des.* — 35. — 2021. — 557–586. <https://doi.org/10.1007/s10822-020-00346-6>
- Mu Yutong & Yang Shu-Ran & He Pu & Tao Wen-Quan (2021). Mesoscopic modeling impacts of liquid water saturation, and platinum distribution on gas transport resistances in a PEMFC catalyst layer. *Electrochimica Acta.* — 2021. — 388. — 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2021.138659>
- Olshausen B.A. & Field D.J. (1996). Emergence of simple-cell receptive field properties by learning a sparse code for natural images. — *Nature*, — 1996. — 381(6583). — 607–609.
- Sfetcu, Nicolae. (2023). Intelligence Analysis. *Intelligence Info*, — 2023. — 2, — 1–7. <https://doi.org/10.58679/ii29682>
- Speybroeck Veronique (2023). Challenges in modelling dynamic processes in realistic nanostructured materials at operating conditions. *Philosophical Transactions of the Royal Society — A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, — 2023. — 381. — 1–27. <https://doi.org/10.1098/rsta.2022.0239>
- Spivak L.V., Shchepina N.E. (2019). Physico-chemical foundations of micro- and nanotechnology processes, [Electronic resource]: textbook. manual: in 2 hours / L. V. Spivak, N. E. Shchepina; Perm. state national research univ. — *Electron. Dan.* — Perm. — 2019. — Part 2. — 105–165. <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnic-posobiya/spivakshchepina-fiz-him-osnovy-processov-mikro-i-nanotexnologii.pdf>.
- Umarova, Zhanat & Botayeva, Saule & Zhidebayeva, Aziza & Torebay, Nursaule (2020). Analysis and Calculation of the Probability Selectivity Using the Modern Distributed Algorithms: Modern Distributed

Algorithms. *International Journal of Distributed Systems and Technologies*. — 2020. — 11. — 18–31. — <https://doi.org/10.4018/IJDST.2020040102>

Vickery, Owen & Stansfeld, Philip (2021). CG2AT2: an Enhanced Fragment-Based Approach for Serial Multi-scale Molecular Dynamics Simulations. *Journal of Chemical Theory and Computation*. XXXX. —2021. —1–11. <https://doi.org/10.1021/acs.jctc.1c00295>

Xu Dong & Williamson Mark & Walker Ross. (2010). Advancements in Molecular Dynamics Simulations of Biomolecules on Graphical Processing Units. *Annual Reports in Computational Chemistry*, — 2010. —6. —2–19. [https://doi.org/10.1016/S1574-1400\(10\)06001-9](https://doi.org/10.1016/S1574-1400(10)06001-9)

МАЗМҰНЫ

Н. Абдразақұлы, Л. Черикбаева, Н. Мұқажанов, Ж. Алибиева АНСАМБЛЬДІК ТӘСІЛ НЕГІЗІНДЕ КЕСКІНДІ ӨНДЕУДІҢ ТИІМДІ АЛГОРИТМІН ҚҰРУ.....	7
Б.Т Абыканова, А.А. Таугенбаева, А.Г. Амангосова, Г.Т. Бекова, А.Ж. Ақматбекова ӨЗДІГІНЕН БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫ ЖЕТІЛДІРУ МЕН ДАМУДАҒЫ ИНТЕРАКТИВТІ БІЛІМ БЕРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ.....	30
Ж.Ж. Ажибекова, Д.И. Усипбекова, Б.Н. Джаханова, К. Жыланбаева, Ә.Н. Тұрсун МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН ҒАРЫШТЫҚ КЕСКІНДЕРДЕН БҮЛТТАР МЕН ТҰМАНДЫҚТАРДЫ ЖОЮ.....	43
М. Айтимов, Г.Б. Абдикеримова, К.К. Макулов, Б.А. Досжанов, Р.У. Альменаева МАШИНАЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕРЕҢ ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІ АРҚЫЛЫ МӘТІННІҢ ЭМОЦИОНАЛДЫҚ ЖАҒДАЙЫН ЗЕРТТЕУ.....	57
А.Т. Ақынбекова, А.А. Муханова, Salah Al-Majeed, Г.С. Алтаева АЙМАҚТЫ ДАМУДАҒЫ ӨЛЕУМЕТТІК ПРОЦЕСТЕРІН БАҒАЛАУ ҮШІН ШЕШІМДЕР ҚАБЫЛДАУДЫҢ БҮЛДІРІСІ.....	69
К.М. Алдабергенова, А.Б. Касекеева, М.Ж. Айтимов, К.К. Дауренбеков, Т.Н. Есикова АГРОӨНЕРКӘСІП КЕШЕНІНІҢ ЛОГИСТИКАСЫНЫҢ МАРКЕТИНГТІК БАСҚАРУЫН ЖЕТІЛДІРУ.....	85
А.Е. Әбжанова, А.А. Быков, С.К. Сағнаева, Е.Ә. Әбжанов, Д.И. Суржик ЖЕР АСТЫ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ТОПЫРАҚТЫ МОДЕЛЬДЕУДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	96
А.М. Бисенгалиева, А.У. Исембаева, Т.К. Душаева, Н.М. Алмабаева, Г.О. Ильясова СЕМАНТИКАЛЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ТАЛДАУ АРҚЫЛЫ КІЛТ СӨЗДЕРДІ ҚАМТУ.....	108
А.Х. Давлетова, Н.Н. Оразова, Ж.Б. Сайлау, Д.Н. Қурмангалиева, Г.Л. Абдугалимов БАСТАУЫШ СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫН ХАЛЫҚАРАЛЫҚ PIRLS ЗЕРТТЕУІНЕ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР АРҚЫЛЫ ДАЯРЛАУ ЖОЛДАРЫ.....	120
Г. Есмагамбетова, А. Кубигенова, А. Ақтаева, И. Цэрэн-Онолт, М. Есмагамбет КВАНТТЫҚ ЕСЕПТЕУЛЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН БИОМЕТРИЯЛЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ҚОРҒАУ ӘДІСТЕРІ.....	137
Г.Қ. Ешмұрат, Л.С. Қанбаева, МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҮРЕЙ ЖӘНЕ ОНЫҢ БОЛАШАҚ МАТЕМАТИКА ПӘНІ МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ МАНСАБЫНА ӨСЕРІ.....	149
Т.К. Жукабаева, В.А. Десницкий, Е.М. Марденев СЫМСЫЗ СЕНСОРЛЫҚ ЖЕЛІЛЕРДЕГІ ДЕРЕКТЕРДІ ЖИНАУ, ӨНДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ӘДІСТ ЕМЕСІ.....	163
А.М. Джумагалиева, А.Ә. Шекербек, Ж.Ж. Хамитова, М. Свобода, С.А. Қалдар АДАПТИВТІ АНОМАЛИЯНЫ АНЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ КИБЕРҚАУІПСІЗДІГІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АРҚЫЛЫ АРТТЫРУ.....	177

А.А. Исмаилова, Г.Е. Мырзабекова, М.Ж. Базарова, Г.Ж. Нурова, Г.Т. Азиева ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ҚАРЖЫ НАРЫҒЫНДАҒЫ БАҒАЛАРДЫ БОЛЖАУ.....	190
К. Кошанова, Сапарбайқызы, К.Е. Жангазакова, А.С. Сағынбай, Э. Куриэль-Марин STEM-ДЕ БІЛІМ БЕРУ ӘЛЕУЕТІН БАРЫНША ПАЙДАЛАНУ: ОҚУ НӘТИЖЕЛЕРІН ЖАҚСARTУҒА ҮЛЕС, ҚИЫНДЫҚТАР ЖӘНЕ СТРАТЕГИЯЛАР.....	205
А.А. Мұханова, С.К. Кожукаева, Л.Г. Рзаева, Ж.Е. Доумчариева, У.Т. Махажанова МЕДИЦИНАЛЫҚ БЕЙНЕЛЕР НЕГІЗІНДЕ КӨЗ ТОРЫНЫҢ АУРУЛАРЫН ДИАГНОСТИКАЛАУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ МОДЕЛЬДЕРІН ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ..	218
Ә.Ж. Омуртаева, У.Т. Махажанова, М.А. Кантуреева, Г. Ускенбаева, Т.Н. Есикова БІЛІМ БЕРУ НЕГІЗІНДЕ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ ТАРТЫМДЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ.....	235
А.Р. Оразаева, Д.А. Тусупов, В. Войчик, А.К. Шайханова, Г.Б. Бекешова МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН СҮТ БЕЗІ ПАТОЛОГИЯСЫН ТИІМДІ АНЫҚТАУ...	246
Б.Б. Оразбаев, Б.У. Асанова, Ж.Ж. Молдашева, Ж.Е. Шангитова АЙҚЫНСЫЗДЫҚТА КОКСТЕУ РЕАКТОРЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН КӨПКРИТЕРИЙЛІК ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ ЕСЕБІНІҢ ҚОЙЫЛЫМЫ МЕН ОНЫ ШЕШУ ЭВРИСТИКАЛЫҚ ТӘСІЛІ.....	258
Г.А. Салтанова, К.Б. Багитова, Г.А. Дашева, М.Е. Шангитова, Э.Г. Гайсина УНИВЕРСИТЕТ КІТАПХАНАСЫНЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЕНГІЗУ: АҚПАРАТТЫҚ РЕСУРСТАРДЫ БАСҚАРУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУШЫЛАРҒА ТИІМДІ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ.....	269
Л.Т. Салыбек, К.Н. Оразбаева, В.Е. Махатова, Л.Т. Қурмангазиева, Б.Е. Утенова МҰНАЙДЫ АЛҒАШҚЫ ӨНДЕУ ҚОНДЫРҒЫСЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ БЛОГЫНЫҢ МОДЕЛЬДЕРІН ТҮРЛІ СИПАТТАҒЫ ҚОЛЖЕТІМДІ АҚПАРАТ НЕГІЗІНДЕ ҚҰРУ.....	285
А. Сейтенов, Т. Жукабаева, С. Ал-Маджид ЭЛЕКТРОНДЫҚ МЕДИЦИНАЛЫҚ ТӨЛҚҰЖАТЫ МЕН ТЕЛЕМЕДИЦИНА АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІНІҢ МОДЕЛІН ЖОБАЛАУ.....	297
Г.Б. Турмуханова, А.А. Таутенбаева, Г.Т. Бекова, С.Б. Нугуманов, Я. Култан ӘЛЕУМЕТТІК МЕДИА ҚАУЫМДАСТЫҚТАРЫНДАҒЫ ӨЗАРА ІС-ҚИМЫЛ АРҚЫЛЫ УНИВЕРСИТЕТ СТУДЕНТТЕРІНІҢ ЖҰМСАҚ ДАҒДЫЛАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	310
А.С. Тынықұлова, А.В. Фаддеев, А.А. Мұханова, А.У. Искалиева, Д.Б. Абулкасова БЕЛГІСІЗДІК ЖАҒДАЙЫНДА ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАСҚАРУДЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОҢТАЙЛАНДЫРУ: ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕР МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАР.....	325
Ж.Р. Умарова, Г.Ж. Ельбергенава, Н.С. Жуматаев, А.Х. Махатова, С.Б. Ботаева МЕЗОСКОПИЯ ДЕҢГЕЙІНДЕГІ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ЭЛЕКТЕРДЕГІ ЗАТ ТАСЫМАЛУЫН ЕСЕПТЕУ АЛГОРИТМІНІҢ ЗИЯЛДЫ ТАЛДАУЫ.....	336

СОДЕРЖАНИЕ

Н. Абдразакулы, Л. Черикбаева, Н. Мукажанов, Ж. Алибиева СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ АНСАМБЛЕВОГО ПОДХОДА.....	7
Б.Т. Абыканова, А.А. Таугенбаева, А.Г. Амангосова, Г.Т. Бекова, А.Ж. Акматбекова ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ И РАЗВИТИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	30
Ж.Ж. Ажибекова, Д.И. Усипбекова, Б.Н. Джаханова, К. Жыланбаева, Ә.Н. Түрсун УДАЛЕНИЯ ОБЛАКОВ И ТУМАННОСТЕЙ С КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	43
М. Айтимов, Г.Б. Абдикеримова, К.К. Макулов, Б.А. Досжанов, Р.У. Альменаева ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО И ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	57
А.Т. Акынбекова, А.А. Муханова, Salah Al-Majeed, Г.С. Алтаева НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА.....	69
К.М. Алдабергенова, А.Б. Касекеева, М.Ж. Айтимов, К.К. Дауренбеков, Т.Н. Есикова СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАРКЕТИНГОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	85
А.Е. Абжанова, А.А. Быков, С.К. Сагнаева, Е.А. Абжанов, Д.И. Суржик ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРУНТА С УЧЕТОМ ПОДЗЕМНЫХ ГРУНТОВЫХ ВОД.....	96
А.М. Бисенгалиева, А.У. Исембаева, Т.К. Душаева, Н.М. Алмабаева, Г.О. Ильясова ОХВАТ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ.....	108
А.Х. Давлетова, Н.Н. Оразова, Ж.Б. Сайлау, Д.Н. Курмангалиева, Г.Л. Абдугалимов ПУТИ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ К МЕЖДУНАРОДНОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ PIRLS С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	120
Г. Есмагамбетова, А. Кубигенова, А. Актаева, И. Цэрэн-Онолт, М. Есмагамбет МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....	137
Г.К. Ешмурат, Л.С. Каинбаева МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТРЕВОЖНОСТЬ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА КАРЬЕРУ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ.....	149
Т.К. Жукабаева, В.А. Десницкий, Е.М. Марденов МЕТОДИКА СБОРА, ПРЕДОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ.....	163
А.М. Джумагалиева, А.А. Шекербек, Ж.Ж. Хамитова, М. Свобода, С.А. Калдар ПОВЫШЕНИЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ ПОСРЕДСТВОМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	177
А.А. Исмаилова, Г.Е. Мырзабекова, М.Ж. Базарова, Г.Ж. Нурова, Г.Т. Азиева ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕН НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ	

ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	190
К. Кошанова, Ш. Сапарбайқызы, К.Е. Жангазакова, А.С. Сагынбай, Э. Куриэль-Марин	
МАКСИМАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ОБРАЗОВАНИЯ В STEM: ВКЛАД, ПРОБЛЕМЫ И СТРАТЕГИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.....	205
А.А. Муханова, С.К. Кожукаева, Л.Г. Рзаева, Ж.Е. Доумчариева, У.Т. Махажанова	
ПРИМЕНЕНИЕ И АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕТЧАТКИ ГЛАЗА НА ОСНОВЕ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	218
Ә.Ж. Омуртаева, У.Т. Махажанова, М.А. Кантуреева, Г. Ускенбаева, Т.Н. Есикова	
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ...235	
А.Р. Оразаева, Д.А. Тусупов, В. Войчик, А.К. Шайханова, Г.Б. Бекешова	
ЭФФЕКТИВНОЕ ВЫЯВЛЕНИЕ ПАТОЛОГИИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	246
Б.Б. Оразбаев, Б.У. Асанова, Ж.Ж. Молдашева, Ж.Е. Шангитова	
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КОКСОВЫХ РЕАКТОРОВ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОСТИ И ЭВРИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ЕЕ РЕШЕНИЯ.....	258
Г.А. Салтанова, К.Б. Багитова, Г.А. Дашева, М.Е. Шангитова, Э.Г. Гайсина	
РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УНИВЕРСИТЕТСКОЙ БИБЛИОТЕКИ: ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ.....	269
Л.Т. Салыбек, К.Н. Оразбаева, В.Е. Махатова, Л.Т. Курмангазиева, Б.Е. Утенова	
РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕРНОГО БЛОКА УСТАНОВКИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ НА ОСНОВЕ ДОСТУПНОЙ ИНФОРМАЦИИ РАЗЛИЧНОГО ХАРАКТЕРА	285
А. Сейтенов, Т. Жукабаева, С. Ал-Маджид	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ С ЭЛЕКТРОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ КАРТОЙ.....	297
Г.Б. Турмуханова, А.А. Таугенбаева, Г.Т. Бекова, С.Б. Нугуманов, Я. Култан	
ФОРМИРОВАНИЕ МЯГКИХ НАВЫКОВ СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА ПОСРЕДСТВОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СООБЩЕСТВАХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ.....	310
А.С. Тыныкулова, А.В. Фаддеенков, А.А. Муханова, А.У. Искалиева, А.Б. Абулкасова	
АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ.....	325
Ж.Р. Умарова, Г.Ж. Ельбергенава, Н.С. Жуматаев, А.Х. Махатова, С.Б. Ботаева	
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВА В МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИТАХ НА МЕЗОСКОПИЧЕСКОМ УРОВНЕ.....	336

CONTENTS

N. Abdrazakuly, L. Cherikbayeva, N. Mukazhanov, Zh. Alibiyeva CREATING AN EFFECTIVE IMAGE PROCESSING ALGORITHM BASED ON AN ENSEMBLE APPROACH.....	7
B.T. Abykanova, A.A. Tautenbayeva, A.Γ. Amangosova, G.T. Bekova, A.Zh. Akmatbekova INTERACTIVE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN IMPROVING AND DEVELOPING STUDENTS' AGENCY.....	30
Zh.Zh. Azhibekova, D.I. Ussipbekova, B. Djakhanova, B.K. Zhylanbaeva, A.N. Tursun REMOVING CLOUDS AND NEBULAE FROM SPACE IMAGES USING MACHINE LEARNING METHOD.....	43
M. Aitimov, G.B. Abdikerimova, K.K. Makulov, B.A. Doszhanov, R.U. Almenayeva STUDY OF THE EMOTIONAL TONE OF A TEXT USING MACHINE AND DEEP LEARNING ALGORITHMS.....	57
A. Akynbekova, A. Mukhanova, Salah Al-Majeed, G. Altayeva FUZZY DECISION MAKING MODELS FOR ASSESSING SOCIAL PROCESSES OF REGIONAL DEVELOPMENT.....	69
K.M. Aldabergenova, A.B. Kassekeyeva, M. Aitimov, K. Daurenbekov, T.N. Esikova IMPROVEMENT OF MARKETING MANAGEMENT OF LOGISTICS OF THE AGRICULTURAL COMPLEX.....	85
A.E. Abzhanova, A.A. Bykov, S.K. Sagnaeva, E.A. Abzhanov, D.I. Surzhik OPTIMIZATION OF SOIL MODELING WITH CONSIDERATION OF UNDERGROUND GROUNDWATER.....	96
A.M. Bissengaliyeva, A.U. Issembayeva, T.K. Dushayeva, N.M. Almabayeva, G.O. Ilyassova KEYWORD COVERAGE USING SEMANTIC DATA ANALYSIS.....	108
A.Kh. Davletova, N.N. Orazova, Zh.B. Sailau, D.N. Kurmangalieva, G.L. Abdugaliyev WAYS TO PREPARE PRIMARY SCHOOL STUDENTS FOR INTERNATIONAL PIRLS RESEARCH USING INFORMATION TECHNOLOGY.....	120
G. Yesmagambetova, A. Kubigenova, A. Aktayeva, I. Tseren-Onolt, M. Esmaganbet METHODS OF BIOMETRIC DATA PROTECTION BASED ON QUANTUM COMPUTING.....	137
G.K. Yeshmurat, L.S. Kainbayeva UNDERSTANDING MATH ANXIETY AND ITS IMPACT ON MATH EDUCATION STUDENTS' CAREERS.....	149
T.K. Zhukabayeva, V.A. Desnitsky, E.M. Mardenov A TECHNIQUE FOR COLLECTION, PREPROCESSING AND ANALYSIS OF DATA IN WIRELESS SENSOR NETWORKS.....	163
A.M. Jumagaliyeva, A.A. Shekerbek, Zh.Zh. Khamitova, M. Svoboda, S. Kaldar ENHANCING CYBERSECURITY WITH ADAPTIVE ANOMALY DETECTION SYSTEMS THROUGH MACHINE LEARNING.....	177
A.A. Ismailova, G. Murzabekova, M.Zh. Bazarova, G.Zh. Nurova, G.T. Azieva FORECASTING PRICES IN THE STOCK MARKET USING DEEP LEARNING METHODS.....	190

G. Kochshanova, Sh. Saparbaykyzy, K.Y. Zhangazakova, A.S. Sagynbay, E. Curiel-Marin MAXIMIZING THE POTENTIAL OF STEM EDUCATION: CONTRIBUTIONS, CHALLENGES, AND STRATEGIES TO IMPROVE LEARNING OUTCOMES.....	205
A.A. Mukhanova, S.K. Kozhukaeva, L.G. Rzayeva, Zh.E. Doumcharieva, U.T. Makhazhanova APPLICATION AND ANALYSIS OF DEEP LEARNING MODELS FOR DIAGNOSIS OF RETINAL DISEASES FROM MEDICAL IMAGES.....	218
A. Omurtayeva, U. Makhazhanova, M. Kantureyeva, G. Uskenbayeva, T.N. Esikova METHODOLOGY FOR ASSESSING THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF AGRICULTURAL ENTERPRISES BASED ON THE PRESENTATION OF KNOWLEDGE.....	235
A.R. Orazayeva, J.A. Tussupov, W. Wójcik, A.K. Shaikhanova, G.B. Bekeshova EFFECTIVE DETECTION OF BREAST PATHOLOGY USING MACHINE LEARNING METHODS.....	246
B.B. Orazbayev, B.U. Asanova, Zh.Zh. Moldasheva, Zh.E. Shangitova FORMULATION OF THE PROBLEM OF MULTICRITERIAL OPTIMIZATION OF OPERATING MODES OF COKE REACTORS UNDER FUZZY CONDITIONS AND A HEURISTIC METHOD FOR ITS SOLUTION.....	258
G.A. Saltanova, K.B. Bagitova, G.A. Dasheva, M.E. Shangitova, E.G. Gaisina DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED UNIVERSITY LIBRARY INFORMATION SYSTEM: INFORMATION RESOURCE MANAGEMENT OPTIMIZATION AND EFFECTIVE USER SERVICE PROVISION.....	269
L. Salybek, K. Orazbayeva, V. Makhatova, L. Kurmangazieva, B. Utenova DEVELOPMENT OF MODELS OF THE ATMOSPHERIC BLOCK OF A PRIMARY OIL PROCESSING PLANT BASED ON AVAILABLE INFORMATION OF VARIOUS NATURE.....	285
A. Seitenov, T. Zhukabayeva, S. Al-Majeed DESIGNING A MODEL OF A TELEMEDICINE INFORMATION SYSTEM WITH ELECTRONIC MEDICAL RECORD.....	297
G.B. Turmukhanova, A.A. Tautenbayeva, G.T. Bekova, S.B. Nugumanov, K. Yaroslav FORMATION OF UNIVERSITY STUDENTS' SOFT SKILLS THROUGH INTERACTION I N SOCIAL NETWORKING COMMUNITIES.....	310
A.S. Tynykulova, A.V. Faddeenkov, A.A. Mukhanova, A. Iskaliyeva, D.B. Abulkassova ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF RISK MANAGEMENT IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY: MODERN METHODS AND TECHNOLOGIES.....	325
Zh. Umarova, G. Yelbergenova, N. Zhumatayev, A. Makhatova, S. Botayeva INTELLIGENT ANALYSIS OF SUBSTANCE TRANSPORT ALGORITHM IN MOLECULAR SIEVES AT THE MESOSCOPIC LEVEL.....	336

**Publication Ethics and Publication Malpractice
the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Подписано в печать 15.06.2024.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать-ризограф.

21,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.