

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**

4 (348)

OCTOBER – DECEMBER 2023

**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 «Халық». 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 «Халық» 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 «Халық» 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 «Халық» 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 4. Number 348 (2023). 7–20

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.215>

© **G.B. Abdikerimova¹, R.M. Amanov^{1*}, G.T. Azieva²,
A.M. Zamanbekova³, K. Zhengskankyzy³, 2023**

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

²ESIL University, Astana, Kazakhstan;

³Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University,
Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan.

E-mail: rauanamanov17@gmail.com

COMPARATIVE ANALYSIS OF SOUND PROCESSING METHODS IN THE CHORD RECOGNITION PROBLEM USING MACHINE LEARNING

Abdikerimova Gulzira — Researcher-teacher of the Department of Information Systems of the Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

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

Amanov Rauan — Master's student of the L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: rauanamanov17@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-2275-3148>;

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>;

Zamanbekova Aigerim — Lecturer of the Department of Computer Modeling and Information Technologies, East Kazakhstan University named after Sarsen Amanzholov, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

E-mail: Aygerim_zamanbekova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5239-467X>;

Zhengskankyzy Kymbat — Lecturer of the Department of Computer Modeling and Information Technologies, East Kazakhstan University named after Sarsen Amanzholov, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

E-mail: Zh_kymbat96@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-1226-1569>.

Abstract. This article is a comparative analysis of sound processing methods in the context of chord recognition in musical compositions using machine learning. Both traditional methods, including spectrogram analysis and extraction of mel-cepstral (mel is a unit of pitch based on the perception of this sound by our hearing organs) coefficients, and the latest technologies, such as convolutional and recurrent neural networks, are considered. The paper provides a detailed comparison of the advantages and limitations of each method, as well as assesses their applicability to specific aspects of the chord recognition problem. Approaches to the integration of various methods in order to improve the accuracy of recognition are proposed. The purpose of chord recognition is to determine the basic harmony of a piece of music,

which can be represented as a sequence of chords. Machine learning techniques have been widely used for chord recognition, and various sound processing techniques have been proposed to extract relevant features from audio signals. The obtained results and conclusions can serve as a starting point for further research in the development of effective systems for recognizing musical chords that are widely used in the music industry and audio data processing. Chord recognition is a fundamental task in the search for musical information that has applications in musical composition, performance and analysis.

Keywords: Chord recognition, sound processing, machine learning, comparative analysis, methods

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

© Г.Б. Абдикеримова¹, Р.М. Аманов^{1*}, Г.Т. Азиева², А.М. Заманбекова³,
К. Жеңқанқызы³, 2023

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

²Есіл университеті, Астана, Қазақстан;

³Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті.

E-mail: rauanamanov17@gmail.com

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, АККОРДТЫ ТАНУ ТАПСЫРМАСЫНДАҒЫ ДЫБЫСТЫ ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.

Абдикеримова Гульзира Бахытбековна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының зерттеуші-оқытушысы, Астана, Қазақстан
E-mail: gulzira1981@mail.com, <https://orcid.org/0000-0002-4953-0737>;

Аманов Рауан Махмутұлы — Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық Университетінің магистранты, Астана қаласы, Қазақстан
E-mail: rauanamanov17@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-2275-3148>;

Азиева Гульмира Тагибереновна — Есіл университетінің ақпараттық жүйелер және технологиялар кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан
E-mail: gulmira_azieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7329-6768>;

Заманбекова Айгерім Манарбекқызы — Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университетінің «Компьютерлік модельдеу және ақпараттық технологиялар» кафедрасының оқытушысы, Өскемен, Қазақстан
E-mail: Aygerim_zamanbekova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5239-467X>;

Жеңқанқызы Қымбат — Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университетінің «Компьютерлік модельдеу және ақпараттық технологиялар» кафедрасының оқытушысы, Өскемен, Қазақстан
E-mail: Zh_kymbat96@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-1226-1569>.

Аннотация. Бұл мақалада машиналық оқытуды қолдана отырып, музыкалық композициялардағы аккордтарды тануға байланысты дыбысты өңдеу әдістерінің салыстырмалы талдауы келтірілген. Дәстүрлі әдістер, соның ішінде спектрограммаларды талдау және мел-кепстралды (*мел-бұл дыбысты есту мүшелеріміздің қабылдауына негізделген дыбыс бірлігі.*) коэффициенті

циенттерін алу және конволюциялық және қайталанатын нейрондық желілер сияқты соңғы технологиялар қарастырылады. Жұмыс әр әдістің артықшылықтары мен кемшіліктерін егжей-тегжейлі салыстырады және оның аккордты тану тапсырмасының белгілі бір аспектілеріне қолданылуын бағалайды. Танудың дәлдігін арттыру үшін әртүрлі әдістерді біріктіру тәсілдері ұсынылған. Аккордтарды танудың мақсаты – аккордтар тізбегі ретінде ұсынылуы мүмкін музыкалық шығарманың негізгі үйлесімділігін анықтау. Машиналық оқыту аккордтарды анықтау үшін кеңінен қолданылады және дыбыстық сигналдардан тиісті сипаттамаларды алу үшін дыбысты өңдеудің әртүрлі әдістері ұсынылды. Нәтижелер мен қорытындылар музыка индустриясында және аудио деректерді өңдеуде кеңінен қолданылатын тиімді аккордты тану жүйелерін әзірлеу бойынша қосымша зерттеулердің бастапқы нүктесі бола алады. Аккордтарды тану-музыкалық композицияда, орындауда және талдауда қолданылатын музыкалық ақпаратты табудың негізгі міндеті.

Түйін сөздер: Аккордты тану, дыбысты өңдеу, машиналық оқыту, салыстырмалы талдау, әдістер

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

© Г.Б. Абдикеримова¹, Р.М. Аманов^{1*}, Г.Т. Азиева²,
А.М. Заманбекова³, К. Женсканкызы³, 2023

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

²Есил университет, Астана, Казахстан;

³Восточно-Казахстанский университет имени Сарсена Аманжолова,
Усть-Каменогорск, Казахстан.

E-mail: rauanamanov17@gmail.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЗВУКА В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ АККОРДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Абдикеримова Гульзира Бахытбековна — исследователь-преподаватель кафедры Информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

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

Аманов Рауан Махмутович — магистрант Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: rauanamanov17@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-2275-3148>;

Азиева Гульмира Тагигбергеновна — старший преподаватель кафедры Информационных систем и технологий, Есил университет, Астана, Казахстан

E-mail: gulmira_azieva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7329-6768>;

Заманбекова Айгерим Манарбековна — лектор кафедры Компьютерного моделирования и информационных технологий, Восточно-Казахстанского университета имени Сарсена Аманжолова, Усть-Каменогорск, Казахстан

E-mail: Aygerim_zamanbekova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0007-5239-467X>;

Женсканкызы Кымбат — лектор кафедры Компьютерного моделирования и информационных технологий, Восточно-Казахстанского университета имени Сарсена Аманжолова, Усть-Каменогорск, Казахстан
E-mail: Zh_kymbat96@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-1226-1569>.

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ методов обработки звука в контексте распознавания аккордов в музыкальных композициях с использованием машинного обучения. Рассматриваются как традиционные методы, включая анализ спектрограмм и извлечение мел-кепстральных (*мел — единица высоты звука, основанная на восприятии этого звука органами слуха*) коэффициентов, так и новейшие технологии, вроде сверточных и рекуррентных нейронных сетей. В работе проводится подробное сравнение преимуществ и ограничений каждого метода, а также оценивается их применимость к конкретным аспектам задачи распознавания аккордов. Предлагаются подходы к интеграции разнообразных методов с целью повышения точности распознавания. Цель распознавания аккордов — определить основную гармонию музыкального произведения, которая может быть представлена в виде последовательности аккордов. Методы машинного обучения широко использовались для распознавания аккордов, и были предложены различные методы обработки звука для извлечения соответствующих признаков из аудиосигналов. Полученные результаты и выводы могут послужить основой для дальнейших исследований в области разработки эффективных систем распознавания музыкальных аккордов, имеющих широкое применение в музыкальной индустрии и обработке аудиоданных. Распознавание аккордов является фундаментальной задачей в поиске музыкальной информации, имеющей применение в музыкальной композиции, исполнении и анализе.

Ключевые слова: распознавание аккордов, обработка звука, машинное обучение, сравнительный анализ, методы

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Қазіргі әлемде цифрлық технологиялардың дамуымен зерттеушілер, музыканттар және музыкалық технологияларды жасаушылар музыкалық композицияларды талдау процестерін автоматтандыру (Галанов, 2019) қажеттілігінің артуына тап болады. Бұл процестің негізгі элементтерінің бірі — сандық дыбыстық жазбалардағы аккордтарды тану. Бұл тапсырмада музыкалық аналитикадан бастап инновациялық музыкалық қосымшаларды құруға дейінгі көптеген қосымшалар бар. Аккорд-бұл бір уақытта ойналатын әр түрлі биіктіктегі үш немесе одан да көп музыкалық дыбыстардың тіркесімі. Оларды тану міндеті музыкалық аспаптарда ойнауды үйрету жүйелерін, музыкалық шығармаларды сәйкестендіру жүйелерін әзірлеу кезінде туындауы мүмкін. Бұл мақаланың мақсаты — машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, аккордты тану контекстінде дыбысты өңдеу әдістеріне

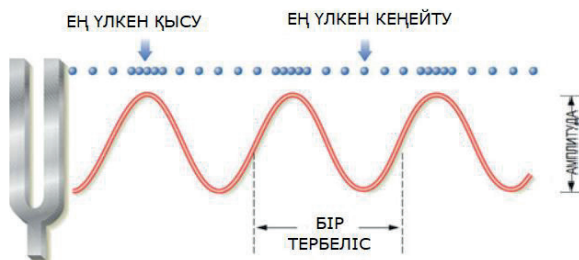
салыстырмалы талдау жасау. Біз қолданыстағы тәсілдерді қарастырамыз, олардың артықшылықтары мен шектеулерін анықтаймыз және салыстырмалы эксперименттер әдістемесін ұсынамыз. Бұл тапсырманың өзектілігі оның музыканттар мен музыкалық зерттеушілер үшін маңыздылығымен ғана емес, сонымен қатар жаңа музыкалық технологияларды құру мүмкіндіктерін кеңейтумен, музыкалық редакциялау процестерінің тиімділігін арттырумен және музыкалық қосымшалар саласындағы пайдаланушы тәжірибесін байытумен байланысты. Бұл тұрғыда салыстырмалы талдау жүргізу сандық дыбыста аккордты тану әдістерін оңтайландыру мен дамытудағы маңызды қадамға айналады. Дыбыс – бұл құлақ белгілі бір тербеліс диапазонына реакция жасаған кезде пайда болатын нәрсе. Осылайша ауада пайда болған (Глазырин, 2013; Дудырев, 2018) толқындар бізге айтылып отырған дыбысты береді. Біздің құлағымыз толқындарды қабылдайды және оларды миға берілетін және оның жарты шарларымен өңделетін жүйке импульстарына айналдырады. Нәтижесінде адам белгілі бір дыбысты біледі.

Адамның құлағы құлақтың икемділігіне байланысты өте сезімтал. Адамдардың есту қабілетінің шыңы жас кездерде пайда болады, бұл кезде есту органының бұл қасиеті әлі жоғалған жоқ және адам 20 кГц жиіліктегі (Харитоновна, 2021; Пономарева, 2018) дыбыстарды естиді. Үлкен жаста адамдар жынысына қарамастан дыбыстық толқындарды нашар қабылдайды: олар тек 12–14 кГц-тен аспайтын жиілікті естиді. Дыбыстың екі негізгі қасиеті — биіктік пен көлем. Дыбыс деңгейі — бұл кейбір дыбыстар басқаларға қарағанда "жоғары" немесе "төмен" болып көрінетін дыбыс сапасы. Ол белгілі бір уақыт аралығында өндірілген тербелістер санымен анықталады. Дыбыстың діріл жиілігі оның жиілігі деп аталады. Жиілік неғұрлым жоғары болса, соғұрлым жоғары болады. Жиілік көбінесе Герцтер (Гц) деп аталатын бірліктермен өлшенеді. Аспаптың қабылданған биіктігі, әдетте, негізгі жиілік деп аталатын ең төменгі жиіліктен және негізгі жиіліктен бірнеше гармоникадан тұрады. Дыбыс деңгейі — біз еститін дыбыс мөлшері (Тсуджи, 2021) немесе деңгейі (дыбыстық толқын амплитудасы). Музыкадағы дыбыс деңгейінің өзгеруі динамика деп аталады. Дыбыс деңгейі көбінесе децибелмен өлшенеді (дБ). Тембр — бұл дыбыстың (Станкевич, 2021) тағы бір маңызды аспектісі, ол бірдей дыбыс пен дыбыс шығаратын әртүрлі дыбыс көздерін ажыратуға мүмкіндік береді. Әрбір жеке музыкалық аспапта әр түрлі тембр бар және оны қалай ойнайтынына байланысты бірдей аспап әр түрлі тембр шығара алады.

Музыкалық тон — тұрақты мерзімді сигнал. Оның 4 атрибуты бар: Ұзақтығы; Биіктігі; Қарқындылығы (көлемі); Тембрі (сапасы).

Алайда, музыкада музыкалық тон вибрато, өтпелі процесс және модуляция сияқты басқа аспектілерді қамтуы мүмкін. Таза тон синусоидалы толқынға сәйкес келеді, яғни оның құрамында бір жиілік бар. Күрделі сигнал синусоидалы емес, бірақ ол мерзімді және оны синусоидалы сигналдардың қосындысы ретінде сипаттауға болады. Синусоидалы тон (Сидхард, 2015) дегеніміз — таза тон. Діріл шанышқысы синусоидалды заңға сәйкес келетін

ауаны қысу және кеңейту толқындарының тізбегін жасайды. Бұл дыбыс таза тон деп аталады. Ол жиілік пен қарқындылық параметрлерімен сипатталады. Шанышқы секундына 100 тербеліс жасаған кезде, ол секундына 100 сығымдалған немесе 100 герц жиіліктегі дыбыстық толқын жасайды. Таза тонның қарқындылығы (немесе амплитудасы) – шыңдар мен депрессиялар арасындағы қысымның айырмашылығы. Кез-келген дыбыстың толқын пішінін әртүрлі жиіліктегі, амплитудадағы және фазадағы синусоидальды толқындар қатарына бөлуге болады. Бұл синусоидальды толқындар пайда болған кезде бастапқы толқын пішіні алынады. Сурет 1-де көрсетілгендей.



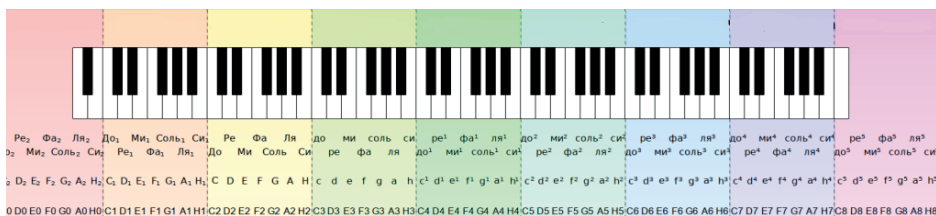
Сур. 1. Таза тон
(Fig. 1. Clean tone)

Полифония — бұл кейбір музыкалық (Пурвинс, 2019) аспаптар бір уақытта бірнеше ноталарды шығара алатын қасиет, бұл аспаптар полифониялық деп аталады. Бұл қасиетке ие емес құралдар монофониялық деп аталады. Адамның миы әртүрлі дыбыс көздерін бөлуге қабілетті болса да, автоматтандырылған компьютерлік талдау өте күрделі процесс, сондықтан бұл жоба моно дыбыстарға назар аударады. Гармоника — синусоидальды толқындар сияқты қайталанатын сигналдарға қолданылады. Гармоника — бұл бірінші гармоника деп аталатын негізгі жиілікке көбейтілген оң бүтін сан. Оң бүтін санға көбейту гармониканың негізгі жиілікпен бірдей кезеңіне әкеледі, сондықтан кейде олардың қайсысы бастапқы жиілік екенін шешу қиынға соғады, өйткені кейбір гармоникалардың амплитудасы жоғары болуы мүмкін.



Сур. 2. Гармоника
(Fig. 2. Harmonica)

Жоғарыдағы суретте көрсетілгендей, барлық синусоидтар бірдей нүктелерде жиналады. Суретте жасыл синусоидадан тек бір кезең пайда болады. Қызылдан 3 кезең, ал көк түстен 5 кезең бар, бірақ негізгі ұғым — олардың барлығы негізгі жиілік кезеңінің жартысында және негізгі жиілік кезеңі аяқталатын жерде кездеседі. Фортепиано немесе рояль пернетақтасы 88 пернеден тұрады. Олар 7 толық октавадан және тағы 4 нотадан тұрады. Көптеген құралдар үшін мұндай сәйкестік қарастырылмаған — скрипкада ойнаған кезде сіз тек құлағыңызға сене аласыз.



Сур. 3. Фортепианодағы ноталар мен октавалардың орналасуы
(Fig. 3. The arrangement of notes and octaves on the piano)

Жоғарыда айтып өткеніміздей фортепиано пернетақтасы толық 7 октавадан (Надар, 2019) және тағы 4 нотадан тұрады. Олар: Субконтроктава; Контроктава; Үлкен октава; Кіші октава; Бірінші октава; Екінші октава; Үшінші октава; Төртінші октава; Бесінші октава.

Қосымша 4 нота субконтроктава мен бесінші октаваға тиесілі. Жалпы октава саны 9. Әр октава математикалық тең интервалдарға бөлінеді, ең типтік жағдайда он екі жартылай тонға (әрқайсысы $1 : \sqrt[12]{2}$ -ге тең) бөлінеді. Келесі формуланы қолдана отырып, бүкіл масштабтағы жиіліктерді математикалық түрде есептеуге болады:

$$f(i) = f_0 \cdot 2^{i/12} \tag{1}$$

Мұндағы, f_0 — діріл шанышқысының жиілігі. Ол — Ля, 440 Hz-ке тең. Ал, i — қажетті дыбыстан f_0 стандартына дейінгі аралықтағы жартылай тондар саны. Мысалы, сіз дыбыс жиілігін ла нотасының шанышқысынан төмен тонға (2 жартылай тон) есептей аласыз:

$$f(-2) = 440\text{Hz} \cdot 2^{-2/12} \approx 391,995\text{ Hz} \tag{2}$$

Фортепианодан алынған дыбыстар шамамен 16 Гц-тен 15800 Гц-ке дейінгі (Джанг, 2019) жиіліктерге сәйкес келеді. Уақыт бойынша іріктеу және деңгей бойынша кванттау сигналды аналогтық формада сандыққа түрлендірудің негізі болып табылады. Аналогтық аудио сигнал-уақыт өте келе өзгеретін кернеу. Уақыт өте келе дыбыстық сигнал неғұрлым тез өзгерсе, соғұрлым оның жиілігі соғұрлым жоғары болады. Өзгеру амплитудасы неғұрлым үлкен болса,

сигнал соғұрлым қатты болады. Осылайша, дыбыстық сигналда 2 параметр бар: *уақыт* пен *амплитуда* және оны дұрыс беру үшін бұл параметрлер кодталуы керек. Сандық жазбада уақыт пен амплитуда параметрлері дискретті түрде сақталады. Уақыт ақпараты сандық жүйеде дыбыстық сигналдың лездік мәндерін мезгіл-мезгіл өзгерту арқылы кодталады. Аналогтық сигналдың дискретті мәні санау деп аталады. Амплитудалық ақпарат әр сілтеменің мәнін санның көмегімен көрсету нәтижесінде кодталады, бұл процесс кванттау деп аталады. Дискретизация уақытша ақпаратты сақтайды, ал кванттау амплитудалық ақпаратты сақтайды.

Уақыт бойынша іріктеу және деңгей бойынша кванттау нәтижесінде аналогтық сигналдың формасын білдіретін сөздер деп аталатын екілік сандар тізбегі пайда болады. Егер сіз осы екілік сөздерді уақыт бойынша бастапқы іріктеудің бастапқы параметрлерін сақтай отырып, кернеуге қайтарсаңыз, аналогтық сигналдың формасы шамамен қалпына келтіріледі. Дыбыстық сигналдың бастапқы пішінін дәлірек қалпына келтіру үшін тіктөртбұрышты кернеу импульстарын төменгі жиілік сүзгісімен қосымша тегістеу қажет. Осылайша, уақыт бойынша іріктеу және деңгей бойынша кванттау үздіксіз аналогтық функцияны (аналогтық сигналдың үздіксіз өзгертін кернеуі) екілік сандар тізбегіне айналдырады. Аналогтық сигналды уақыт бойынша іріктеу жылдамдығы іріктеу жиілігі (Кошелева, 2021; Кёрнер, 2022) деп аталады. Дыбыстық сигналдың максималды жиілігі оған байланысты, оны дұрыс кодтауға болады. Іріктеу жиілігі кодталған дыбыстық сигналдың ең жоғары жиілігінен кемінде екі есе жоғары болуы тиіс. Мысалы, ықшам дискіге дыбыс (Анисимова, 2021) жазу үшін іріктеу жиілігі 44,1 кГц құрайды. Бұл дыбыстық сигналдың жиілік диапазонының ені 20 кГц құрайды. Найквист (Котельников) теоремасында (Бориско, 2019) аналогтық сигналдың іріктеу жиілігі мен жиілік диапазонының қатынасы анықталған. Найквист уақыт бойынша кез-келген жүйеде іріктеу жиілігі біз жеткізгіміз келетін ең жоғары жиіліктен кемінде екі есе жоғары болуы керек деген теорияны жасады. Егер сіз Найквист теоремасын бұзсаңыз және іріктеу жиілігінің жартысынан жоғары жиіліктегі сигналды іріктесеңіз, онда спектрлік қабаттасу деп аталатын сызықты емес бұрмаланулар пайда болады.

Әдістер мен материалдар

Машиналық оқытуды қолдана отырып, аккордты тану тапсырмасындағы дыбысты өңдеудің әртүрлі әдістерін қолдануға болады. Кесте 1-де салыстырмалы талдауға енгізуге болатын бірнеше әдіс атаулары берілген:

Кесте 1. Аккордты тану тапсырмасындағы дыбысты өңдеуге арналған әдістер

№	Әдіс атауы	Мақсаты	Артықшылықтары	Кемшіліктері
1	аккордтарды тануға арналған конволюциялық нейрондық желілер (cnn)	аккордтарды тануға арналған спектрограммалар мен хроматикалық гистограммаларды талдау	деректердегі кеңістік-тік тәуелділіктерді есепке алу, маңызды белгілерді окшаулау мүмкіндігі	оқу үшін көптеген мәліметтер қажет, есептеу құны жоғары, қайта оқытылуы мүмкін

2	аккордты тану тапсырмасындағы қайталанатын нейрондық желілер (rnn)	дәлірек тану үшін аудио сигналдардағы уақытқа тәуелділікті есепке алу	тізбекті талдауға жарамды, ұзақ мерзімді тәуелділіктерді есте сақтауға қабілетті	ұзақ тізбектегі оқу проблемалары болуы мүмкін, есептеу шығындары болуы мүмкін
3	аккордтарға арналған терең оқытуға негізделген әдістер	аккордтарды тану тапсырмасы үшін терең модельдерді тиімді пайдалану	жоғары деңгейлі белгілерді шығаруға қабілетті, белгілерді қолмен реттемей оқыту	оқу деректерінің үлкен көлемін қажет етеді, есептеуді талап етеді, түсіндіру қиын болуы мүмкін
4	аккордты тануға арналған тірек векторлық машина (svm)	аккордты тануға арналған спектрлік сипаттамалардың жіктелуі	сыныптар арасындағы шекараларды бөлуде тиімді, көп өлшемді деректерге қолданылады	ядро таңдауына сезімтал болуы мүмкін, гиперпараметрлерді мұқият конфигурациялауды қажет етеді
5	аккордтарды топтастыруға арналған кластерлеу алгоритмдері	музыкадағы құрылымдық тәуелділіктерді анықтауға арналған аккордтарды топтастыру	деректердегі заңдылықтарды анықтауға мүмкіндік береді, музыкалық ақпаратты ұйымдастыруға көмектеседі	кластерлер санын анықтауды талап етеді, әдісті таңдауға және бастапқы шарттарға сезімтал болуы мүмкін
6	дәстүрлі статистикалық әдістермен салыстыру	статистикалық әдістермен салыстырғанда машиналық оқыту әдістерінің қолданылуын бағалау	сигналдарды өңдеудегі дәстүрлі әдістермен объективті салыстыруға баса назар аудару	күрделі музыкалық құрылымдарды жуықтау кезінде дәлірек болмауы мүмкін
7	аккордты танудағы трансферлік оқыту	музыканың әртүрлі стильдеріне модельдердің жалпылануын арттыру	өнімділікті жақсарту үшін бір саладан екінші салаға білімді пайдалану	көздер мен мақсатты оқу бағыттарын мұқият таңдауды қажет етеді, шуды тасымалдау мүмкін
8	гибридті модельдер	машиналық оқыту әдістерін музыкалық теорияға негізделген ережелермен біріктіру	статистикалық және теориялық тәсілдердің үйлесімі арқылы тану дәлдігін жақсарту	компоненттер арасындағы қосымша баптау мен үйлесімділікті қажет етеді, түсіндіру қиын

Аудио сигналдарды талдау және олардың сипаттамаларын беру үшін әртүрлі әдістер, соның ішінде Фурье түрлендіруі және вейвлет түрлендіруі қолданылады.

Фурье түрлендіруі. Фурье түрлендіруі аудио сигналдарды талдаудың негізгі әдісі болып табылады және қазіргі заманғы аудио өңдеу мен аудио талдаудың ажырамас бөлігі болып табылады. Фурье түрлендіру принципі жиілік аймағындағы аудио сигналдың математикалық көрінісіне негізделген. Бізде уақыт бойынша амплитудалық функция ретінде ұсынылған аудио

сигнал бар делік, оны $f(t)$ деп белгілейік, мұндағы t – уақыт. Бұл сигналдың Фурье түрлендіруі оны әртүрлі жиіліктегі гармоникалық сигналдардың қосындысына ыдыратуға мүмкіндік береді. Математикалық тұрғыдан ол келесідей ұсынылған:

Жиілік аймағындағы сигнал спектрі:

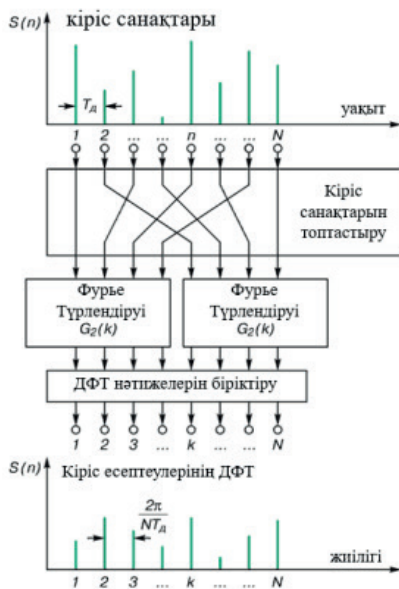
$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt \tag{3}$$

мұндағы, $F(\omega)$ жиілік аймағындағы сигнал спектрі. Бұл жиілігінің функциясы.

$f(t)$ – уақыт аймағындағы бастапқы сигнал. Бұл t уақыт функциясы.

f – t уақыт интегралын білдіреді.

$e^{-i\omega t}$ – әр түрлі жиіліктегі гармоникалық компоненттерді білдіретін күрделі экспонент.



Сур. 4. Жылдам Фурье түрлендіруінің архитектурасы
(Fig. 4. Fast Fourier transform architecture)

Аудио сигналды талдау және оның спектрлік көрінісін Python көмегімен визуализациялау үшін Фурье түрлендіруін қолданатын мәселенің мысалын қарастырайық. Бұл мысалда біз есептеу үшін NumPy кітапханасын және визуализация үшін Matplotlib кітапханасын қолданамыз.

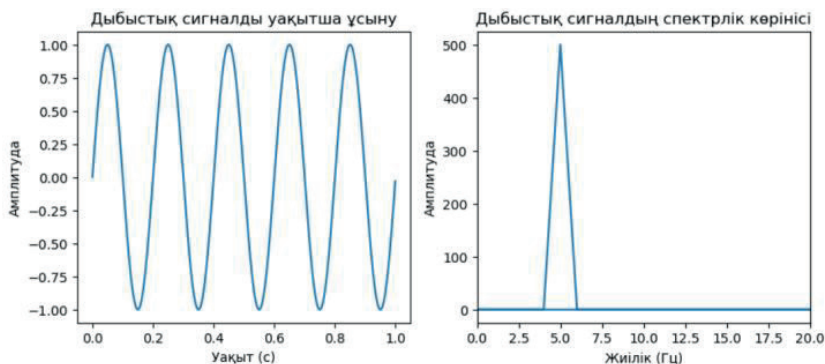
```

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as plt
# Біз симуляцияланған аудио сигнал жасаймыз (мысалы, синусоид)
sample_rate = 1000 # Гц-дегі іріктеу жиілігі
duration = 1.0 # Сигналдың ұзақтығы секундпен
t = np.linspace(0, duration, int(sample_rate * duration), endpoint=False)
frequency = 5 # Гц-дегі синусоиданың жиілігі
signal = np.sin(2 * np.pi * frequency * t)
# Фурье түрлендіруін орындаймыз
fft_result = np.fft.fft(signal)
freqs = np.fft.fftfreq(len(fft_result), 1 / sample_rate) # Частоты
# Спектрлік көріністі елестету
plt.figure(figsize=(10, 4))
plt.subplot(121)
plt.plot(t, signal)
plt.title('Дыбыстық сигналды уақытша ұсыну')
plt.xlabel('Уақыт (с)')
plt.ylabel('Амплитуда')
plt.subplot(122)
plt.plot(freqs, np.abs(fft_result))
plt.title('Дыбыстық сигналдың спектрлік көрінісі')
plt.xlabel('Жиілік (Гц)')
plt.ylabel('Амплитуда')
plt.xlim(0, 20) # Жиілік диапазонын шектеу
plt.show()

```

Сур. 5. Фурье Түрлендіруінің практикалық мысалы
(Fig. 5. Practical example of Fourier Transform)



Сур. 6. Фурье түрлендіруі
(Fig. 6. Fourier transform)

Бұл мысалда біз синусоидалы аудио сигнал шығарамыз, оның спектрлік компоненттерін талдау үшін Фурье түрлендіруін орындаймыз және нәтижелерді визуализациялаймыз. Бірінші график сигналдың уақытша көрінісін көрсетеді, ал екінші график синус толқынының негізгі жиілігін бөлектеу арқылы спектрлік көріністі көрсетеді.

Вейвлет түрлендіруі. Вейвлет түрлендіруі (немесе толқынды түрлендіру) — бұл аудио сигналдарды әртүрлі уақыт пен жиілік шкалаларында талдауға мүмкіндік беретін жетілдірілген әдіс. Толқындық түрлендіру сигналды масштабтауға және жылжытуға болатын толқындық функциялармен ыдыратады. Бұл сигналдағы жылдам және баяу өзгерістерді ажыратуға мүмкіндік береді, бұл әсіресе айнымалы жиілік пен қарқындылықтың дыбысын талдауда пайдалы. Толқынды түрлендіру тұжырымдамасы аудио сигналдарды әртүрлі уақыт пен жиілік шкалаларында талдауға мүмкіндік беретін бірнеше кезеңдерді қамтиды.

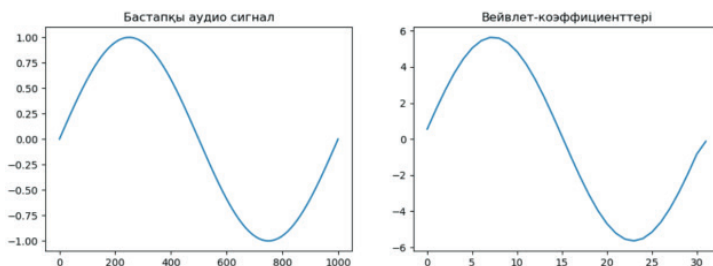
$$W(a, b) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot \psi_{a,b}(n) \tag{4}$$

мұндағы, $\psi_{a,b}(n)$ — толқынды функция, a және b — масштаб және жылжыту параметрлері.

Pywavelets кітапханасын пайдаланып аудио сигналды талдауға арналған Python-дағы мысал:

```
import pywt
import pywt.data
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
signal = np.sin(2 * np.pi * np.linspace(0, 1, 1000))
# Вейвлет-түрлендіруді орындаймыз
coeffs = pywt.wavedec(signal, 'db1', level=5)
# Нәтижені визуализациялау
plt.figure(figsize=(12, 4))
plt.subplot(121)
plt.plot(signal)
plt.title('Бастапқы аудио сигнал')
plt.subplot(122)
plt.plot(coeffs[0]) # нақтылау коэффициенттері
plt.title('Вейвлет-коэффициенттері')
plt.show()
```

Сур. 7. Вейвлет түрлендіруінің практикалық мысалы
(Fig. 7. Practical example of wavelet transform)



Сур. 8. Вейвлет түрлендіруі
(Fig. 8. Wavelet Transform)

Бұл мысалда біз қарапайым синусоидалы аудио сигнал жасаймыз және бірінші деңгейдегі Добеши толқынын пайдаланып толқындық түрлендіруді орындаймыз. Алынған коэффициенттер сигналдың әртүрлі уақыт және жиілік компоненттері туралы ақпаратты білдіреді.

Қорытынды

Зерттеу барысында машиналық оқытуды қолдана отырып сандық дыбыстық жазбалардағы аккордтарды танудың сегіз түрлі әдісімен таныстық. Алайда, терең салыстырмалы талдау үшін екі әдіс таңдалды: Фурье түрлендіруі және Вейвлет түрлендіруі.

Екі әдіс те, Фурье түрлендіруі және толқынды түрлендірудің де өзіндік артықшылықтары мен қолданылуы бар. Фурье түрлендіруі жақсы спектрлік талдауды қамтамасыз етеді және эквалайзинг және спектрлік талдау сияқты мәселелерде қолданылады. Толқынды түрлендіру икемді және дыбыстық инженерия мен ауытқуларды анықтауда пайдалы әр түрлі уақыт пен жиілік құрылымы бар сигналдарды талдауға мүмкіндік береді.

Эксперименттердің нәтижелері бойынша келесі тұжырымдар жасалды.

1. Тану дәлдігі. Фурье түрлендіру әдісі Толқынды түрлендірумен салыстырғанда жоғары тану дәлдігін көрсетті. Бұл әдістің сигналдардағы жиілік сипаттамаларын оқшаулау қабілетіне байланысты болуы мүмкін.

2. Есептеу тиімділігі. Фурье түрлендіруі есептеу тұрғысынан тиімдірек болды, бұл нақты жағдайларда қолданылған кезде маңызды фактор болуы мүмкін.

3. Шуға төзімділік. Фурье түрлендіру әдісі аудио сигналдардағы шуларға үлкен қарсылық көрсетті, бұл аудио ақпарат әртүрлі бұрмалануларға ұшырауы мүмкін нақты жағдайларда маңызды артықшылық болып табылады.

4. Әр түрлі стильдерге қолдану. Екі әдіс те музыканың әртүрлі стильдерімен жұмыс істейді, дегенмен Фурье түрлендіруі қолданудың кең ауқымын көрсетті. Жоғарыда аталған зерттеу нәтижелеріне сүйене отырып, сандық дыбыстық жазбалардағы аккордтарды тану тапсырмалары үшін Фурье түрлендіру әдісін қолдануды ұсынамыз. Оның жоғары дәлдігі, есептеу тиімділігі және шуға төзімділігі оны осы контексте қолайлы әдіске айналдырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

Анисимова С.В., Бас А.И. (2021). Музыкалық үзінділерді, ноталар мен аккордтарды тану алгоритмдері // Полоцк мемлекеттік университетінің хабаршысы. С Сериясы. Іргелі ғылымдар. — 2021. — №. 4. — 45–49 б.

Бориско С.Н. және т.б. (2019). Найквист жиілігіне жақын модуляция жиілігімен ақпараттық сигналдарды өңдеу нәтижелерін талдау // Қос технология. — 2019. — №. 1. — 53–56 б.

Галанов А.Е., Селюкова Г.П. (2019). Нейрондық желілер және нейрондық технологиялар // ғылым мен экономиканың өзекті мәселелері: жаңа сын-қатерлер мен шешімдер. — 2019. — С. 399–405 б.

Глазирин Николай Юрьевич (2013). Сандық дыбыстағы аккордтарды Алгоритмдік тану / "суреттерді, желілерді және мәтіндерді талдау" бүкілресейлік ғылыми конференциясының баяндамалары (AIST 2013). — Екатеринбург, Ресей, — 2013. — 199–203 б.

Дудырев Е.О. (2018). Машиналық оқытуға негізделген аккордтарды тану әдістерін зерттеу // Ресей байлығы. — 2018. — 56–57 б.

Кернер Т.В. (2022). Фурье Талдауы. - Кембридж университетінің баспасы, — 2022.

Кочелева Д.Д., Доронина А.В. (2021). Фурье түрлендіруі және жылдам Фурье түрлендіруі // инновация. Ғылым. Білім. — 2021. — №. 38. — 626–632 б.

Надар К.Р., Абесер Дж., Гроллиш С. (2019). Аккордтарды автоматты түрде тану үшін CNN негізіндегі жетінші аккордтық акустикалық модельдеуге // дыбыстық және музыкалық есептеулер бойынша халықаралық конференция. Малага, Испания. — 2019.

Пономарева Н.В. (2018). Музыкалық акустикадағы компьютерлік спектрлік сигналдарды өңдеу мәселелері // өндірістегі Интеллектуалды жүйелер. — 2018. — Т. 16. — №. 1. — 26–33 б.

Пурвинс Х. және т.б. (2019). Дыбыстық сигналдарды өңдеуге арналған терең оқыту // таңдалған сигналдарды өңдеу тақырыптары бойынша IEEE журналы. — 2019. — Т. 13. — №. 2. — 206–219 б.

Сиддхарт Сигтия, Николас Буланжер-Левановский, С. Диксон (2015). Гибридті қайталанатын нейрондық желі арқылы дыбыстық аккордтарды Тану, халықаралық музыкалық ақпаратты іздеу қоғамының конференциясында жарияланған, — 2015 ж.

Станкевич Ф.В., Спицын В.Г. (2014). Бор-жиілік кепстральды коэффициенттерді қолдана отырып, музыкалық аспаптарды нейрондық тану // іргелі зерттеулер. — 2014. — №. 12–1. — 51–56 б.

Харитонова Н.Д., Сидоров П.В. (2021). Физика және музыка: дыбыстың физикалық қасиеттері. — 2021.

Цудзи К, Мюллер С.С. (2021). Физика және музыка: маңызды байланыстар және қызықты экскурсиялар. — Springer Natur, — 2021 ж.

Чжан Д., Чжан Д. (2019). Вейвлет – түрлендіру // кескін деректерін өндіру негіздері: талдау, сипаттамалар, жіктеу және экстракция. — 2019. — 35–44 б.

REFERENCES

Anisimova S.V., Golovaty A.I. (2021). Algorithms for recognizing musical passages, notes and chords //Bulletin of Polotsk State University. Series C. Fundamental Sciences. — 2021. — No. 4. — Pp. 45–49.

Borisko S.N. et al. (2019). ANALYSIS OF THE RESULTS OF PROCESSING INFORMATIVE SIGNALS WITH A MODULATION FREQUENCY CLOSE TO THE NYQUIST FREQUENCY // Dual technologies. — 2019. — No. 1. — Pp. 53–56.

Dudyrev E.O. (2018). Investigation of chord recognition methods based on machine learning // The wealth of Russia. — 2018. — Pp. 56–57.

Galanov A.E., Selyukova G.P. (2019). Neural networks and neural technologies //Current issues of science and economy: new challenges and solutions. — 2019. — Pp. 399–405.

Glazyrin Nikolay Yuryevich (2013). Algorithmic recognition of chords in digital sound // Reports of the All-Russian scientific conference "Analysis of Images, Networks and Texts" (AIST 2013). — Yekaterinburg, Russia, — 2013. — Pp. 199–203.

Kharitonova N.D., Sidorov P.V. (2021). Physics and music: physical properties of sound. — 2021.

Körner T.W. (2022). Fourier analysis. – Cambridge university press, — 2022.

Kosheleva D.D., Doronina A.V. (2021). Fourier transform and fast Fourier transform //Innovation. The science. Education. — 2021. — No. 38. — Pp. 626–632.

Nadar C.R., Abeßer J., Grollmisch S. (2019). Towards CNN-based acoustic modeling of seventh chords for automatic chord recognition //International Conference on Sound and Music Computing. Málaga, Spain. — 2019.

Ponomareva N.V. (2018). Problems of computer spectral signal processing in musical acoustics //Intelligent systems in production. — 2018. — Vol. 16. — No. 1. — Pp. 26–33.

Purwins H. et al. (2019). Deep learning for audio signal processing //IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing. — 2019. — T. 13. — №. 2. — Pp. 206–219.

Siddharth Sigtia, Nicolas Boulanger-Lewandowski, S. Dixon (2015). Audio Chord Recognition with a Hybrid Recurrent Neural Network, Published in International Society for Music Information Retrieval Conference, — 2015

Stankevich F.V., Spitsyn V.G. (2014). Neural network recognition of musical instruments using low-frequency keprstral coefficients //Fundamental research. — 2014. — No. 12–1. — Pp. 51–56.

Tsuji K., Müller S.C. Physics and Music: Essential Connections and Illuminating Excursions. – Springer Nature, — 2021.

Zhang D., Zhang D. (2019). Wavelet transform //Fundamentals of image data mining: Analysis, Features, Classification and Retrieval. — 2019. — Pp. 35–44.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 21–34

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.216>

ӨОЖ 004.931

© L. Abdykerimova¹, G. Murzabekova^{2*}, G. Omarova, L. Akzullakzy⁴,
G. Mussagulova⁴, 2023

¹Taraz regional university named after M.H.Dulati, Taraz, Kazakhstan;

²Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin,
Astana, Kazakhstan;

³L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;

⁴Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan.

E-mail: murzabekova.gulden@mail.ru

DETECTION OF CARDIAC PATHOLOGY USING DEEP LEARNING METHODS

Abdykerimova Lazzat — M.Kh. Taraz Regional University named after Dulati, senior lecturer at the Department of Information Systems, Taraz, Kazakhstan

E-mail: Lazzat_abdykerim@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5951-0716>;

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>;

Omarova Gulmira — L.N. Gumilyov Eurasian National University, Senior Lecturer of the Department of Information Systems, PhD, Astana, Kazakhstan

E-mail: ogs12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2053-0255>;

Akzullakzy Lazzat — Korkyt Ata Kyzylorda University, Senior Lecturer of the «Computer science and information and communication technologies», master of Pedagogical Sciences, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: laz_1986@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5951-0716>;

Mussagulova Gulnur — Korkyt Ata Kyzylorda University, Senior Lecturer of the «Computer science and information and communication technologies», master of Sciences, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: erkegulia@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0911-2688>.

Abstract. In modern medicine, a new branch of processing and analysis of visual data is actively developing — radiomunicipality — computer technology that allows for in-depth analysis of medical images, such as computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), chest radiography (CXR), electrocardiography and electrocardiography, etc. This approach allows one to extract quantitative structural features from signals and highlight informative features to characterize cardiac pathology, providing a personalized approach to diagnosis and treatment. Cardiovascular disease (CVD) is one of the leading causes of death worldwide, so early detection and improved outcomes are critical. This experiment aims to

improve the accuracy of deep learning algorithms for detecting cardiovascular diseases. To achieve the goal, deep learning methods applied to the analysis of cardiograms were considered. To solve the problems posed in the work, 50 patients were used, classified according to three indicators from the MIT-Bih Ahythmia database: 13 abnormal, 24 without beats and 1 healthy parameter.

Key words: automatic diagnosis, convolutional neural network, electrocardiogram, long short-term memory, machine learning, recurrent neural network

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

© Л.А. Абдыкеримова¹, Г.Е. Мырзабекова^{2*}, Г.С. Омарова³,
Л. Ақзуллақызы⁴, Г.Ш. Мусагулова⁴, 2023

¹М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан;

²С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан;

³Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

⁴Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан.

E-mail: murzabekova.gulden@mail.ru

ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЖҮРЕК ПАТОЛОГИЯСЫН АНЫҚТАУ

Абдыкеримова Ләззат Алтынбековна — М. Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушы, Тараз Қазақстан

E-mail: Lazzat_abdykerim@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5951-0716>;

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>;

Омарова Гүлмира Сейлхановна — Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының аға оқытушысы, PhD, Астана, Қазақстан

E-mail: ogs12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2053-0255>;

Ақзуллақызы Ләззат — Қорқыт Ата атындағы Қызылорда Университеті, «Информатика және ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» БББ аға оқытушысы, педагогика ғылымдарының магистрі, Қызылорда, Қазақстан

E-mail: laz_1986@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5951-0716>;

Мусагулова Гулнур Шақзадаевна — Қорқыт Ата атындағы Қызылорда Университеті, "Информатика және ақпараттық-коммуникациялық технологиялар" БББ аға оқытушысы, жаратылыстану ғылымдарының магистрі, Қызылорда, Қазақстан

E-mail: erkegulia@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0911-2688>.

Аннотация. Заманауи медицина бағыттарында визуалды деректерді өңдеу мен талдаудың жаңа саласы белсенді дамып келеді — радио муниципалитет — компьютерлік томография (КТ), магнитті-резонанстық томография (МРТ) сияқты медициналық кескіндерді терең талдауға мүмкіндік беретін компьютерлік технология, кеуде қуысының рентгенографиясы (СХР),

электрокардиография және т.б. Бұл тәсіл жүрек патологиясын сипаттау үшін сигналдардан сандық құрылымдық белгілерді алуға және ақпараттық белгілерді ажыратуға мүмкіндік береді, диагностика мен емдеуге жеке көзқарасты қамтамасыз етеді. Жүрек-қан тамыр аурулары (ЖҚА) әлемдегі өлім-жітімнің негізгі себептерінің бірі болып табылады және дер кезінде анықтау нәтижелерді жақсарту үшін өте маңызды. Бұл эксперимент жүрек-қан тамырлары ауруларын анықтау үшін терең оқыту алгоритмдерінің дәлдігін арттыруға бағытталған. Мақсатқа жету үшін кардиограммаларды талдау үшін қолданылған терең оқыту әдістері қарастырылды. Жұмыста қойылған міндеттерді шешу үшін MIT-Bih Arrhythmia деректер базасынан алынған үш көрсеткіш бойынша жіктелген 50 пациенттің деректері пайдаланылды, 13 аномальді, 24 соққысыз және 1 сау параметр.

Түйін сөздер: автоматты диагностика, конволюциялық нейрондық желі, электрокардиограмма, ұзақ қысқа мерзімді жады, машиналық оқыту, қайталанатын нейрондық желі

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

© Л.А. Абдыкеримова¹, Г.Е. Мурзабекова^{2*}, Г.С. Омарова³,
Л. Акзуллақызы⁴, Г.Ш. Мусагулова⁴, 2023

¹Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан;

²Казахский агротехнический научно-исследовательский университет имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан;

³Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

⁴Кызылординский университет имени КORKыт Ата, Кызылорда, Казахстан.
E-mail: murzabekova.gulden@mail.ru

ОБНАРУЖЕНИЕ СЕРДЕЧНОЙ ПАТОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Абдыкеримова Ляззат Алтынбековна — старший преподаватель кафедры информационных систем, Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан
E-mail: Lazzat_abdykerim@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5951-0716>;

Мурзабекова Гулден Есламбековна — доцент кафедры компьютерных наук, кандидат физико-математических наук, Казахский агротехнический научно-исследовательский университет имени С.Сейфуллина, Астана, Казахстан
E-mail: murzabekova.gulden@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9807-5200>;

Омарова Гульмира Сейлхановна — PhD, старший преподаватель кафедры «Информационные системы», Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: ogs12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2053-0255>;

Акзуллақызы Ляззат — магистр педагогических наук, старший преподаватель образовательной программы «Информатика и информационно-коммуникационные технологии», Кызылординский университет имени КORKыт Ата, Кызылорда, Казахстан
E-mail: laz_1986@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5951-0716>;

Мусагулова Гулнур Шакизадаевна — магистр естественных наук, старший преподаватель образовательной программы «Информатика и информационно-коммуникационные технологии», Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан
E-mail: erkegulia@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0911-2688>.

Аннотация. В современной медицине активно развивается новая отрасль обработки и анализа визуальных данных — радиомуниципалитет — компьютерная технология, позволяющая проводить углубленный анализ медицинских изображений, таких как компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), рентгенография грудной клетки (СХР), электрокардиография и электрокардиография и др. Такой подход позволяет извлекать из сигналов количественные структурные особенности и выделять информативные признаки для характеристики сердечной патологии, обеспечивая персонализированный подход к диагностике и лечению. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются одной из ведущих причин смертности во всем мире, поэтому раннее выявление и улучшение результатов имеют решающее значение. Этот эксперимент направлен на повышение точности алгоритмов глубокого обучения для выявления сердечно-сосудистых заболеваний. Для достижения цели были рассмотрены методы глубокого обучения, применяемые к анализу кардиограмм. Для решения поставленных в работе задач были использованы данные 50 пациентов, классифицированные по трем показателям из базы данных MIT-Bih Ahythmia: 13 аномальных, 24 без биений и 1 здоровый параметр.

Ключевые слова: автоматическая диагностика, сверточная нейронная сеть, электрокардиограмма, долговременная кратковременная память, машинное обучение, рекуррентная нейронная сеть

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.



Кіріспе

Жүрек патологиясын анықтау үшін заманауи терең оқыту әдістері кеңінен қолданылады. Бұл әдістер жүрек ауруын ерте кезеңде анықтауға және жүрек-қан тамырлары ауруларының қаупін болжауға мүмкіндік береді. Кардиологияда терең оқытуды қолданудың бір мысалы ЭКГ (электрокардиограммалар) талдауы үшін нейрондық желілерді пайдалану болып табылады. Нейрондық желіні ЭКГ сигналындағы ауытқуларды тануға және кейбір жүрек ауруларымен байланысты белгілерді бөлуге үйретуге болады. Сондай-ақ медициналық кескін деректерін (мысалы, жүректің ультрадыбыстық және рентгенографиясы) талдауға және жүрек патологиясын анықтауға арналған терең оқыту алгоритмдері бар. Жалпы алғанда, терең оқыту жүрек патологиясын анықтаудың пайдалы құралы бола алады және жүрек-қан тамырлары ауруларын диагностикалау мен болжау дәлдігін жақсартуға көмектеседі.

Бұл мақалада терең оқыту алгоритмдері, соның ішінде конволюционды нейрондық желілер (CNN), толық қосылған нейрондық желілер (DENSE),

қайталанатын нейрондық желілер (LSTM) және көп қабатты перцептрондар (MLP) олардың жүрек ауруын болжауға қолдану контекстінде қарастырылды. Ультрадыбыстық және рентгендік сәулелер сияқты жүректің медициналық кескіндерін өңдеу және кейбір жүрек ауруларымен байланысты белгілерді алу үшін пайдаланылуы мүмкін. Мұндай нейрондық желілер гипертония, аритмия және клапан ауруы сияқты жүрек ауруларын диагностикалау үшін сәтті қолданылды. Толығымен қосылған нейрондық желілерді (TENSE) жүрек ауруы қаупін болжау үшін жүрек соғу жиілігі, қан қысымы және холестерин деңгейлері сияқты әртүрлі биомаркерлер мен медициналық параметрлерді талдау үшін пайдалануға болады. Мұндай нейрондық желілер жүректің ишемиялық ауруы мен миокард инфарктісінің даму қаупін болжау үшін сәтті қолданылды. Қайталанатын нейрондық желілер LSTM жүрек соғу жиілігіндегі ауытқуларды анықтау және жүрек-қан тамырлары қаупін болжау үшін ЭКГ сигналдары сияқты уақыт қатарындағы деректерді талдау үшін пайдаланылуы мүмкін. Мұндай нейрондық желілер жүрек ырғағының бұзылуын диагностикалау үшін сәтті қолданылады. Көпқабатты перцептрондар (MLPs) әртүрлі биомаркерлер мен медициналық айнымалылар, соның ішінде жас, жыныс, отбасылық тарих және басқа қауіп факторлары негізінде жүрек ауруы қаупін болжау үшін пайдаланылуы мүмкін. CVD қаупін MLP көмегімен болжау үшін кіріс деректер холестерин, қан қысымы, дене салмағының индексі және басқа физиологиялық параметрлер сияқты әртүрлі биомаркерлер туралы ақпаратты қамтуы мүмкін. Көп қабатты перцептрон (MLP) — кіріс, жасырын және шығыс қабаттарын қоса алғанда, бірнеше қабаттары бар нейрондық желіні сипаттайтын жалпы термин. ТЫҒЫЗ (тығыз) қабат — MLP-де қолданылатын қабаттың белгілі бір түрі, мұнда әрбір нейрон алдыңғы қабаттың барлық нейрондарымен байланысады. Осылайша, DENSE қабаты екі іргелес қабаттың нейрондары арасындағы толық байланысты қамтамасыз етеді. Мұндай нейрондық желілер жүректің ишемиялық ауруы мен миокард инфарктісінің даму қаупін болжау үшін сәтті қолданылды. Экспериментте ашық деректер базасының деректері пайдаланылды және деректердің сапасы мен санына байланысты терең оқытуды пайдалана отырып, жүрек ауруын болжау нәтижелері ескерілді. Жүрек патологиясын машиналық оқытуды қолдану арқылы анықтау медицина ғылымындағы өте өзекті және маңызды міндет болып табылады. Яғни, аурушандықтың жоғарылауы, диагностиканың күрделілігі, үлкен көлемдегі мәліметтерді өңдеу және емдеуді оңтайландыру мәселесін шешу кезінде жүрек ауруларын ерте кезеңде анықтау, асқынулардың дамуын болдырмау және машиналық оқытуды қолдану арқылы аурудың болжамын жақсарту болып табылады. алгоритмдер.

Адамның биологиялық өрісін зерттеу қазіргі заманғы медицинадағы ең маңызды диагностикалық әдістердің бірі болып табылады. Адамның биологиялық өрісі көптеген акустикалық (Ли, 2021), жылу (Пунтман, 2022) және электромагниттік (Ван, 2021) сәулелерді қамтиды, олардың әрқайсысын зерттеу патологияны анықтауға мүмкіндік береді (Гонг, 2019). организмнің

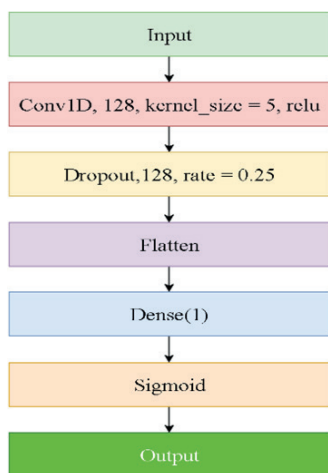
тұтастай, жеке мүшелер мен мүшелер жүйесінің қызметі. Тексеру кезінде диагностиктер өңдеуге көп уақытты қажет ететін үлкен көлемдегі деректер алады. Сондай-ақ, дәстүрлі клиникалық және зертханалық диагностикалық әдістер (Чжоу, 2023) ауруды патология айтарлықтай дамыған кезде анықтайды. Сонымен қатар, медициналық диагностиканың ең дәл әдістері қаржылық жағынан қымбат, біршама күрделі, сонымен қатар инвазивті болуы мүмкін, оларды қолдану пациентке ыңғайсыздық тудырады, ал төтенше жағдайларда олар әртүрлі асқинуларға және тіпті өмірге қауіп төндіруі мүмкін. Сондықтан, алынған мәліметтерді талдау және жүрек-қан тамырлары ауруларының патологиясын ерте анықтау (Эбрахими, 2020) уақытын қысқарту мәселесі әлі де өзекті болып отыр. Ауруларды диагностикалауға мүмкіндік беретін ең перспективалы бағыттардың бірі медициналық диагностикада нейрондық желіні модельдеуді пайдалану болып табылады. Бұл жұмыста аномальды бақылауларды анықтау үшін терең оқыту әдістері қолданылды және жалпы заңдылықтан ерекшеленетін және оқу процесіне қателік енгізетін мысалдарды жоғары дәлдікпен анықтауға мүмкіндік беретін тиімдісі анықталды. Мұндай бақылауларды жою немесе түзету нейрондық желі моделінің оқу жылдамдығын, сонымен қатар алынған модельдің дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді. Жасанды нейрондық желілерге негізделген жасанды интеллект жүйелері үлкен деректер жиынтығын талдау мен жіктеуде белгілі бір табысқа қол жеткізіп, талдау процестерін автоматтандыруға ғана емес, сонымен қатар әртүрлі белгілердегі өзгерістердің белгілі заңдылықтарын анықтауға мүмкіндік береді (Ливингстон, 2020; Десай, 2020).

Зерттеу зерттелген нейрондық желінің жасанды интеллектінің көмегімен электрокардиограмма арқылы жүрек ауруының патологиясын болжау дәлдігін арттыруға бағытталған. Осы мақсатқа жету үшін тереңдетіп оқыту әдістерінің қолдану мүмкіндігі зерттеліп, осы әдістер арасында салыстырмалы талдау жасалды. Бұл жұмыста пайдаланылған деректер Ұлттық биоинженерия институты мен Ұлттық жалпы медицина ғылымдары институты басқаратын биомедициналық зерттеу деректер базасы болып табылатын MIT-Bih аритмиясынан алынды (Лю, 2022). Ресурсты 1999 жылы Бет Израиль медициналық орталығында, Массачусетс технологиялық институтында, Гарвард медициналық мектебінде, Бостон университетінде және МакГилл университетінде ғалымдар, дәрігерлер және педагогтар тобы жасаған. Эксперимент барысында конволюционды нейрондық желі (Ван, 2022), Қайталанатын нейрондық желі (Митчел, 2021), (Абдар, 2019) ұзақ қысқа мерзімді жады (Лю, 2022), көп қабатты сияқты терең оқыту әдістерінің тиімділігін анықтау. Перцептрон (Анграл, 2020), үш индикатор бойынша жіктелген 50 науқастың деректері алынды, 13 қалыпты емес, 24 қалыпты емес және 1 сау параметр

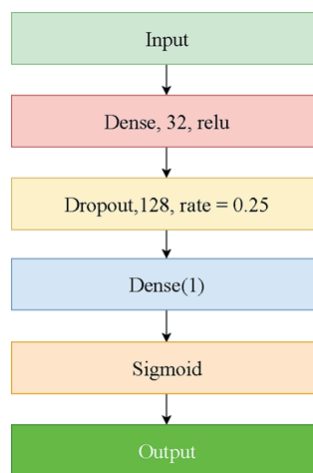
Әдістер мен материалдар

Электр-кардио сигналдарды жіктеу мәселесі ақпараттық белгілерді анықтау және олардың сәйкес жүрек ауруына немесе оның болмауына тәуелділігін табу

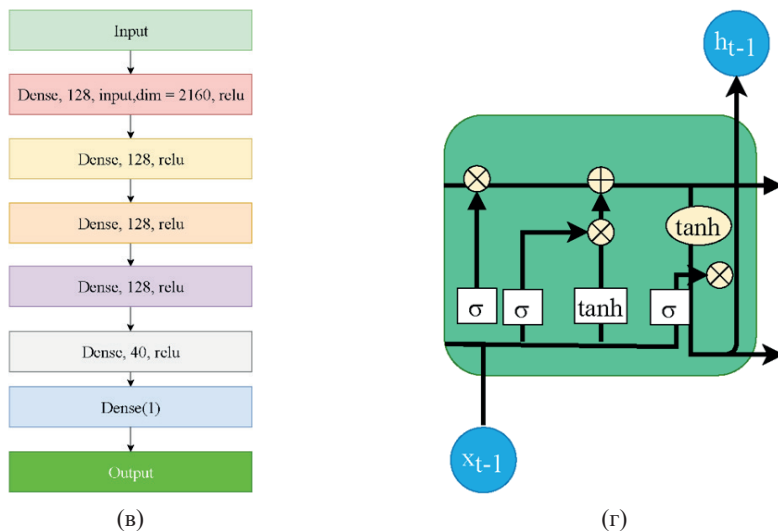
болып табылады. Жүрек дисфункциясының негізгі белгілері оң толқындар (RR) арасындағы интервал ұзақтығының нормадан ауытқуы, Q комплексінің ұзақтығы мен амплитудасының өзгермелілігі – бірінші теріс толқын, R – бірінші оң толқын, S – бұл R толқынынан кейінгі бірінші теріс толқын [25]. Жасанды интеллект (AI) адамның когнитивті мінез-құлқына ұқсас ойлайтын және әрекет ететін интеллектуалды машиналарды дамытуға ерекше мән беретін тәсіл. Бұл жұмыста 1-суретте көрсетілгендей енгізуді қабылдайтын, оны өңдейтін, оны сигма тәрізді белсендіру функциясы арқылы өткізетін және белсендірілген шығысты қайтаратын жасанды нейрондық модельдер қарастырылды. Терең оқыту — бұл бірнеше қабаттарды пайдаланатын AI машиналық оқытудың ішкі жиыны. кіріс қабаттарынан мүмкіндіктерді шығару. Терең оқыту алгоритмдері үлкен көлемдегі деректердегі тиімділігіне және құрылымсыз деректердің үлкен көлемін өңдеуге қабілеттілігіне байланысты пайдаланылады. Терең нейрондық желілер биоинформатика, компьютерлік көру, табиғи тілді өңдеу (NLP), машиналық аударма, сөйлеу мен дыбысты тану сияқты бірнеше салаларда жақсы қалыптасқан. Нейрондық желінің міндеті — кіріс мәліметтерін қабылдау, содан кейін есептеулерді орындау және шығыс деректерін шығару. Нейрондық желінің мақсаты — кескінді жақсарту және нысанды масштабтау, ЭКГ сигналының жіктелуі сияқты күрделі нақты мәселелерді шешу үшін енгізуді қабылдау, содан кейін есептеулерді орындау және шығару. Кескінді немесе нысанды тану үшін конволюционды нейрондық желілер жақсы нәтиже береді. Эксперимент барысында терең оқыту алгоритмдері пайдаланылды: CNN, толық қосылған деңгей, LSTM және MLP 1(a)-1(d)-суретте көрсетілгендей. Бұл мақалада CNN, DENSE, LSTM және MLP алгоритмдері қарастырылды — бұл жүрек патологиясын, соның ішінде тахикардияны анықтау үшін қолдануға болатын әртүрлі терең оқыту алгоритмдері.



(a)



(б)



Сур. 1. Терең оқыту алгоритмдерінің архитектурасы (а) CNN, (б) DENSE, (в) LSTM және (г) MLP

(Fig. 1. The architecture of deep learning algorithms (a) CNN, (b) DENSE, (c) LSTM, and (d) MLP)

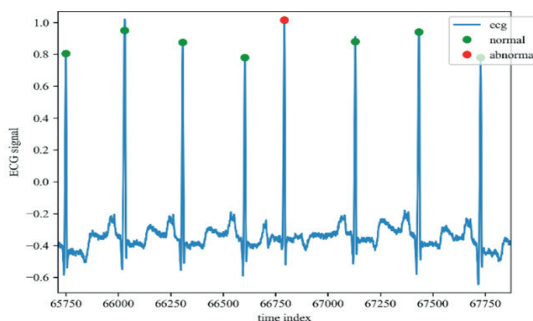
CNN немесе Convolutional Neural Network кескіндерді, соның ішінде ЭКГ сигналдарын өңдеу және жіктеу үшін пайдаланылуы мүмкін. Ол 1(a) суретте көрсетілгендей үлкен көлемдегі деректерді тиімдірек өңдеуге мүмкіндік беретін кіріс деректерінен мүмкіндіктерді автоматты түрде шығарып алады. DENSE немесе толық қосылған нейрондық желі деректерді, соның ішінде ЭКГ сигналдарын жіктеу үшін пайдаланылуы мүмкін. Оның қарапайым архитектурасы бар және 1(b) суретінде көрсетілгендей жіктеу тапсырмаларының белгілі бір түрлеріне оңай теңшеуге болады. MLP немесе Multilayer Perceptron — деректерді жіктеу үшін қолданылатын нейрондық желінің негізгі түрі. Ол нейрондардың бірнеше қабаттарынан тұрады және 1(c) суретте көрсетілгендей ЭКГ сигналдарында тахикардияны анықтауды қоса алғанда, жіктеу мәселелерінің әртүрлі түрлерін шешу үшін пайдаланылуы мүмкін. LSTM немесе ұзақ қысқа мерзімді жады ЭКГ сигналдары сияқты уақыттық қатарларды өңдеу үшін пайдаланылуы мүмкін. Ол әртүрлі уақыт қадамдарындағы деректер арасындағы қарым-қатынастарды ескере және есте сақтай алады, бұл оны ЭКГ сигналдарын жіктеу үшін пайдалы етеді, соның ішінде 1(d) суретінде көрсетілгендей тахикардияны анықтау.

Статистика, сызықтық алгебра, есептеулер, машиналық оқыту әдістері және Matplotlib, Numpy, Pandas және Scipy сияқты Python кітапханалары туралы негізгі білімі бар Keras және Tensor Flow сияқты нейрондық желі құрылымдары әзірленген терең оқыту модельдері болжау, жіктеу, түсіну, қарастырылатын пәндік облыстың объектілерін қабылдау. Тәжірибе барысында

алынған деректер жинақтары параметрлер бойынша жіктелді. Деректерді ұлғайту әдістері зерттеушілерге әртүрлі деректер жиындарында үлгілерді үйретуге көмектеседі, әсіресе үлкен нейрондық желілерді үйрету үшін қию, толтыру және шағылысу сияқты кескіндер. CNN, DENSE, LSTM және MLP сияқты модификацияланған қабаттары бар қол жетімді архитектураларды пайдалану жүрек-қан тамырлары ауруларын болжау дәлдігін арттыруға мүмкіндік берді. Осы алгоритмдердің барлығы жүрек патологиясын, соның ішінде тахикардияны анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін болса да, олардың әрқайсысының артықшылықтары мен кемшіліктері бар және белгілі бір тапсырма үшін дұрыс конфигурациялануы және оқытылуы керек. Сонымен қатар, жүрек ауруын диагностикалау үшін кардиологтың жоғары біліктілігі мен тәжірибесі қажет екенін ескеру қажет. Жазбалар 10 мВ диапазонында 11 биттік рұқсатпен бір арнаға секундына 360 үлгі жылдамдығымен цифрланды. Екі немесе одан да көп кардиолог әр жазбаға дербес түсініктеме берді; дерекқорға енгізілген әрбір инсулт (барлығы шамамен 110 000 аннотация) үшін машинада оқылатын анықтамалық аннотацияларды алу үшін дау шешілді. Эксперимент үшін үлгілер саны ретінде 109 099 деректер жинағы пайдаланылды, оның ішінде 73 096 оқу деректер жинағы ретінде және 36 003 сынақ деректер жинағы ретінде пайдаланылды.

Нәтижелер және оларды талқылау

Терең оқыту алгоритмдерін пайдалана отырып, аномальды әсерлердің бірінің айналасында сигнал жасалды. Қарастырылған 24 параметрдің, мысалы, қарыншаның қалыпты қосылуы, қарыншаның қарқыны, қалыпты қарыншаның синтезі, қарыншаның жиырылуы/фибрилляциясының басталуы, сигналдың тоқтауы және қарыншаның жиырылуы (QRS) кезіндегі жүректің электрлік белсенділігі сияқты, мұнда 30 % қалыпты емес мәндерге ие. 2-суретте науқас жүрек ырғағының электрокардиограммасы көрсетілген, онда екінші минутта аномальды мән байқалады.



Сур. 3. Ауру жүрек ырғағы
(Fig. 3. Sick heart rhythm)

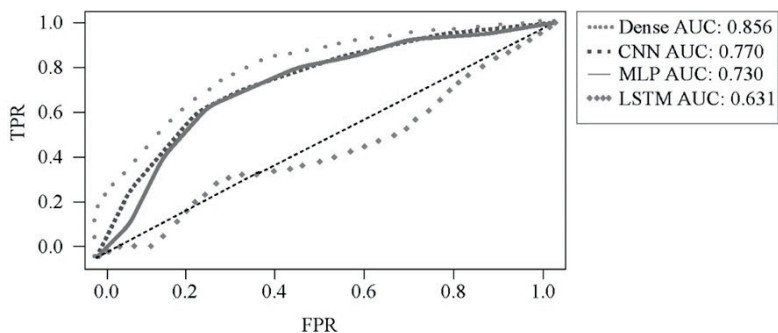
Тәжірибе барысында тахикардия және брадикардия сияқты жүректің жиырылуының түрлері қарастырылды. 1-кестеде әрбір модельдің салыстыр-

малы талдауының нәтижелері және жүрек-тамыр аурулары — тахикардияны анықтаудың пайыздық дәлдігі келтірілген. DENSE терең оқыту алгоритмін оқыту кезінде біз жаңа қабаттарды қосу арқылы тәжірибе жасадық. Қабаттарды қосқанда болжау дәлдігі 5 қабатқа дейін өсті. Нейрондық желі 6 қабатқа дейін ұлғайтылған кезде нәтиженің дәлдігі айтарлықтай төмендеді. Осылайша, модель 5 қабатта тиімді оқытылды.

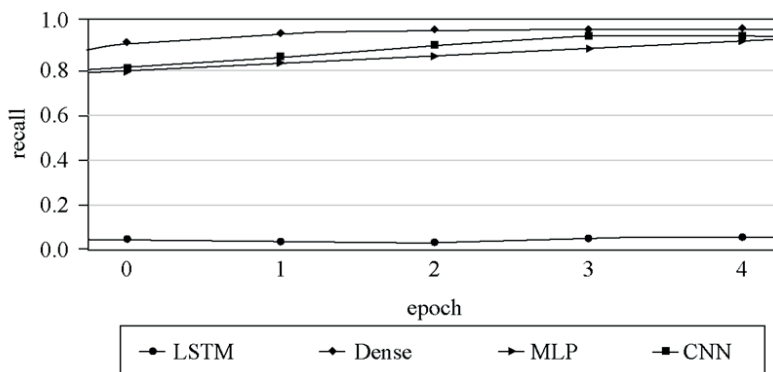
Кесте 1. Жүрек ауруының патологиясын болжау дәлдігі

Types of heartbeat methods	LSTM	DENSE	MLP	CNN
Prediction of pathologies of cardiovascular diseases	63.1 %	85.6 %	73 %	77 %

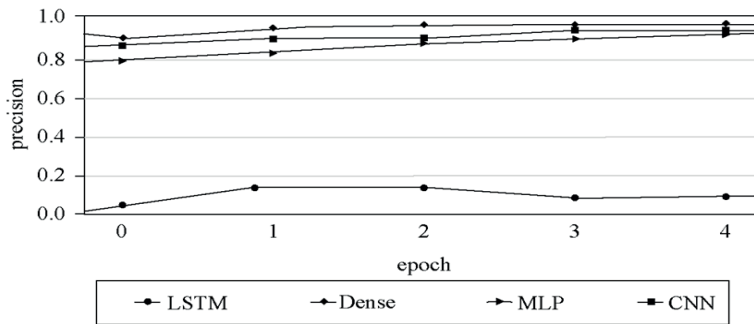
3-суретте дәлдік 3(a) суреті, F-балы 3(b) суреті, графиктегі әрбір үлгі үшін сезімталдық 3(c) суреті сияқты көрсеткіштер үшін жаттығу нәтижесінің дәлдігі көрсетілген. DENSE алгоритмі осы зерттеуде қарастырылған терең оқыту алгоритмдерінің ішіндегі ең тиімдісі болып шықты. Бұл қарастырылған модельдер басқа қолданбаларда тиімді болғанымен, олар жүрек-қан тамырлары ауруларын болжау үшін тиімсіз



(a)



(б)



(б)

Сур. 4. Қарастырылған алгоритмдер бойынша жүрек ауруын болжау дәлдігінің графигі (а) дәлдік, (б) еске түсіру және (в) F-балы

(Fig. 4. Graph of the accuracy of predicting heart disease according to the considered algorithms (a) accuracy, (b) recall, and (c) F-score)

Бұл жұмыста науқастың электрокардиограммасын (ЭКГ) талдау негізінде тахикардияны анықтау үшін тығыз қабаттарды (тығыз нейрондық желі) қолданатын терең оқыту алгоритмдерінің бірімен эксперимент жүргізілді. Бұл үшін ашық бастапқы дерекқордағы пациенттің ЭКГ деректері нейрондық желіге кіріс ретінде пайдаланылды, мұнда әрбір ЭКГ сигналы кіріс мәндерінің жеке векторы ретінде қарастырылады. Әрі қарай, нейрондардың тығыз қабаттарын қолдана отырып, желі тахикардиямен байланысты үлгілерді тануға үйретіледі. Тахикардиямен байланысты морфологиялық белгілер сияқты күрделі үлгілерді тануға үйретілген бірнеше жасырын тығыз қабаттары бар нейрондық желіні құру. Мысалы, бірінші жасырын қабаттар шындар мен толқындар сияқты қарапайым пішіндерді анықтай алады, ал тереңірек қабаттар күрделі функция комбинацияларын табу үшін пайдаланылуы мүмкін. Мұндай модельді үйрету үшін MIT-BIH аритмиялары үшін 1975 жылдан 1979 жылға дейін БиХ аритмия зертханасында тексерілген 47 адамнан алынған екі арналы амбулаторлық ЭКГ жазбаларының 48 жарты сағаттық фрагменттерін қамтитын ашық бастапқы ЭКГ деректер жинағы пайдаланылды. Модель болжамды мәндер мен мақсатты мәндер арасындағы қатені азайту үшін нейрондық желінің салмақтарын оңтайландыруға мүмкіндік беретін кері таралу әдісі арқылы оқытылды. Модель болжамды мәндер мен мақсатты мәндер арасындағы қатені азайту үшін нейрондық желінің салмақтарын оңтайландыруға мүмкіндік беретін кері таралу әдісі арқылы оқытылды. Үйретілгеннен кейін үлгілерді жаңа ЭКГ деректерін жіктеу және науқаста тахикардия бар-жоғын анықтау үшін пайдалануға болады. Біздің эксперименттер DENSE барлық көрсеткіштер бойынша жоғары нәтижеге қол жеткізетінін көрсетті, яғни 85,6 % дәлдік, 96,5 % F-балы және 97,7 % еске түсіру. Сондай-ақ қабаттарды қосу арқылы оңтайландырылған терең оқыту әдістері клиникалық және ғылыми-зерттеу мақсаттарына арналған жоғары дәлдіктегі үлгілерге әкелуі мүмкін.

Нәтижесінде тек мысалдар саны ғана емес, сонымен қатар модельді жаттықтыру және сынау үшін пайдаланылатын деректердің сапасы, сондай-ақ модельдің өзінің параметрлері және оның жаңа деректерге жалпылау мүмкіндігі ескерілді. ЭКГ сигналдарында тахикардия анықталса, қалыпты ЭКГ сигналдарын да, тахикардияның әртүрлі түрлері бар ЭКГ сигналдарын қоса алғанда, үлгіні оқыту үшін үлкен деректер жиынтығын пайдалану қажет. Бұл модельдерге қалыпты және қалыпты емес ЭКГ сигналдарындағы үлгілерді жақсы тануға және дәлірек болжау жасауға мүмкіндік берді. Сонымен қатар, модельдің тиімділігін бағалау үшін дәлдік (дәлдік), сезімталдық (еске түсіру), ерекшелік (спецификалық), F-балы (F1-балл) және басқалар сияқты сапа көрсеткіштерін пайдалану қажет. Бұл көрсеткіштер осы жұмыста модельдің ЭКГ сигналдарын қаншалықты дәл жіктей алатынын және тахикардия болуын анықтай алатынын бағалауға мүмкіндік берді.

Егер модель жеткілікті үлкен және әртүрлі деректер жиынтығында, тиімді терең оқыту алгоритмдерін пайдалана отырып оқытылатын болса, онда ЭКГ сигналдарында тахикардияны анықтауда жоғары дәлдік пен сезімталдыққа қол жеткізуге болады. Мысалы, зерттеулер CNN және DENSE сияқты терең нейрондық желілерді пайдалану ЭКГ сигналдарында тахикардияны анықтауда 75 % -дан астам дәлдікке ие болуы мүмкін екенін көрсетті. Дегенмен, тәжірибеде деректердегі шу, ЭКГ құрылғыларын калибрлеудегі проблемалар, ЭКГ сигналының пішініне әсер ететін басқа патологиялық жағдайлардың болуы, т.б. Сондықтан ЭКГ сигналдары бойынша тахикардияны анықтау үшін терең нейрондық желілерді пайдаланған кезде, оның жүрек ауруларын диагностикалаудағы нақты тиімділігін анықтау үшін модельдің шектеулерін ескеру және оны әртүрлі деректер жиынтығында бағалау қажет.

Қорытынды

Терең оқыту әдістері және олардың электрокардио сигналды жіктеу тапсырмаларын орындау үшін қолдану мүмкіндігі қарастырылады. Электрокардиографияның (ЭКГ) жіктелуі және оның спецификациясының міндеті зерттелді. Нейрондық желілер таңбаланбаған деректерді жіктеудің перспективалы әдісі болып табылады. Олардың кейбір түрлері, әсіресе конволюциялық нейрондық желілер, деректерді алдын ала өңдеу қажеттілігінің болмауымен жақсы ерекшеленеді. Сондай-ақ PhysioNet биомедициналық деректер базасы зерттелді, ол оқыту және сынақ үлгілерін қалыптастыру үшін пайдаланылуы мүмкін диагностикалық өлшемдер туралы жүйелі деректер береді.

Жүрек-тамыр ауруларының патологиясын электрокардиограмма арқылы анықтаудың дәлдігін арттыру үшін тереңдете оқытудың бірнеше әдістері қарастырылып, осы әдістерге салыстырмалы талдау жасалды. Тәжірибелердің нәтижесінде ТЫҒЫЗ әдісі бойынша ауруды анықтаудың жоғары дәлдігі 85,6 % алынды. Жүрек ауруларының дамуын болжау дәлдігін жақсарту үшін төрт терең оқыту әдісі қолданылды. Бұл әдістер кіріс параметрлері арасындағы күрделі корреляциясы бар процестерді болжауда тиімді. Электрокардиограмма арқылы жүрек ауруын болжаудың автоматтандырылған жүйесін одан әрі құру

үшін диагностикалық жүйеге терең оқыту әдісі — MLP енгізілуі мүмкін. Ғылымның көптеген салаларында проблемалар маңызды болып табылады. Дегенмен, медицина саласында ауруларды анықтауда дәлірек болу керек. Сондықтан медицина саласындағы мәселелерді шешуде қолданылатын жаңа технологиялық алгоритмдерді үнемі түрлендіру қажет, мысалы, оқыту параметрлерін жақсарту, нәтижелердің жақсаруын талдау үшін терең оқыту алгоритмдерін салыстыру және оқыту кешенін ақпараттық мүмкіндіктер жиынтығы.

ӘДЕБИЕТТЕР

Абдар М. және басқалар. (2019). Жүректің ишемиялық ауруын дәл диагностикалауға арналған машиналық оқытудың жаңа әдісі // биомедицинадағы компьютерлік әдістер мен бағдарламалар. — 2019. — Т. 179. — 104–992 б. DOI: 10.1016/j.cmpb.2019.104992.

Анграл С. және т.б. (2020). Шығарылу фракциясы сақталған жүрек жеткіліксіздігінде өлім-жітімді болжау және ауруханаға жатқызу бойынша Машиналық оқыту // JACC: жүрек жеткіліксіздігі. — 2020. — Т. 8. — №. 1. — 12–21 б. DOI: 10.1016/j.jchf.2019.06.013.

Ван К. және т.б. (2021). Акустикалық сәулеленудің өтпелі акустикалық өрістерге байланысты шағын сфераларға әсері // қолданбалы физикалық шолу. — 2021. — Т. 15. — №. 4. — 044–034 б. DOI: 10.1103/PhysRevApplied.15.044034.

Ван К. және т.б. (2022). Электромагниттік индукция және электромагниттік сәулелену жағдайындағы хопфилд нейрондық желісіндегі күрделі динамика // Хаос: сызықтық емес ғылымдардың пәнаралық журналы. — 2022. — Т. 32. — №. 7. DOI: 10.1063/5.0095384.

Гонг В. және т.б. (2019). Жақсартылған CNN-SVM және көп арналы деректерді біріктіруге негізделген айналмалы аппараттық ақаулықтарды интеллектуалды диагностикалауға арналған терең оқытудың жаңа әдісі // сенсорлар. — 2019. — Т. 19. — №. 7. — 1693 б. DOI: 10.3390/s19071693.

Десай Р. және т.б. (2020). Машиналық оқыту әдістерін жүрек жеткіліксіздігінің нәтижелерін болжау үшін электронды медициналық жазбалармен әкімшілік шағымдарды қолданудың дәстүрлі үлгілерімен салыстыру // JAMA network open. — 2020. — Т. 3. — №. 1. — e1918962-e1918962 б. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2019.18962.

Джу З. және т.б. (2022). Электромагниттік сәулелену Уилсон Нейрон моделінде хаотикалық емес мінез-құлықты тудырды // Қытай физикалық журналы. — 2022. — Т. 77. — 214–222 б. DOI: 10.1016/j.cjph.2022.03.012.

Ли В. және т.б. (2021). Акустикалық сәулелену есептері үшін Fe торынсыз байланысты үшбұрышты элемент // халықаралық есептеу әдістерінің журналы. — 2021. — Т. 18. — №. 03. — 2041002 б. DOI: 10.1142/S0219876220410029.

Ливингстон К. және т.б. (2020). Митохондриялық дисфункцияның радиациядан туындаған жүрек ауруларындағы рөлі: орындықтан төсекке дейін // жүрек-қан тамырлары медицинасының шекаралары. — 2020. — Т. 7. — 20 б. DOI: 10.3389/fcvm.2020.00020.

Лю Дж. П. (2022). дәстүрлі медицинадағы бағалау әдістері // интегративті медицина саласындағы зерттеулер. — 2022. — Т. 11. — №. 2. — 100836 б. DOI: 10.1016/j.imr.2022.100836.

Лю Х.Х. және т.б. (2022). Жасыл кеңістік және жүрек-қан тамырлары аурулары: Мета-анализбен жүйелі шолу // қоршаған ортаның ластануы. — 2022. — Т. 301. — 118990 б. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.118990.

Митчелл Дж.Д. және т.б. (2021). Терапевтік сәулеленудегі жүрек-қан тамырлары көріністері: халықаралық кардио-онкологиялық қоғамның пәнаралық сарапшыларының консенсус мәлімдемесі // кардио-онкология. — 2021. — Т. 3. — №. 3. — 360–380 б. DOI: 10.1016 / dj. джаккао.2021.06.003.

Пунтман В.О. және т.б. (2022). COVID-19 ауруының жеңіл бастапқы сатысы бар адамдарда ұзақ мерзімді жүрек патологиясы // Nature medicine. — 2022. — Т. 28. — №. 10. — 2117–2123 б. DOI: 10.1038/s41591-022-02000-0.

Чжоу Дж. және басқалар. (2023). Жүрек жеткіліксіздігі бар науқастарда инсульт пен атриальды фибрилляцияны болжауға арналған мультимодальды Машиналық оқыту модельдері // medRxiv. — 2023. — 2023 б. DOI: 11.15.23298562.

Эбрахими З. және басқалар. (2020). Аритмияны ЭКГ-ға жіктеуге арналған терең оқыту әдістеріне шолу // қолданбалы сараптамалық жүйелер: X. — 2020. — Т. 7. — 100033 б. DOI: 10.1016/j.eswax.2020.100033.

REFERENCES

Abdar M. et al. (2019). A new machine learning technique for an accurate diagnosis of coronary artery disease //Computer methods and programs in biomedicine. — 2019. — Т. 179. — 104992 б. DOI: 10.1016/j.cmpb.2019.104992.

Angraal S. et al. (2020). Machine learning prediction of mortality and hospitalization in heart failure with preserved ejection fraction //JACC: Heart Failure. — 2020. — Т. 8. — №. 1. — Pp. 12–21. DOI: 10.1016/j.jchf.2019.06.013.

Desai R.J. et al. (2020). Comparison of machine learning methods with traditional models for use of administrative claims with electronic medical records to predict heart failure outcomes //JAMA network open. — 2020. — Т. 3. — №. 1. — Pp. e1918962–e1918962. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2019.18962.

Ebrahimi Z. et al. (2020). A review on deep learning methods for ECG arrhythmia classification //Expert Systems with Applications: X. — 2020. — Т. 7. — 100033 p. DOI: 10.1016/j.eswax.2020.100033.

Gong W. et al. (2019). A novel deep learning method for intelligent fault diagnosis of rotating machinery based on improved CNN-SVM and multichannel data fusion //Sensors. — 2019. — Т. 19. — №. 7. — 1693 p. DOI: 10.3390/s19071693.

Ju Z. et al. (2022). Electromagnetic radiation induced non-chaotic behaviors in a Wilson neuron model //Chinese Journal of Physics. — 2022. — Т. 77. — Pp. 214–222. DOI: 10.1016/j.cjph.2022.03.012.

Li W. et al. (2021). A coupled FE-Meshfree triangular element for acoustic radiation problems // International Journal of Computational Methods. — 2021. — Т. 18. — №. 03. — 2041002 p. DOI: 10.1142/S0219876220410029.

Liu J.P. (2022). GRADE Methods in traditional medicine //Integrative Medicine Research. — 2022. — Т. 11. — №. 2. — 100836 p. DOI: 10.1016/j.imr.2022.100836.

Liu X.X. et al. (2022). Green space and cardiovascular disease: A systematic review with meta-analysis //Environmental Pollution. — 2022. — Т. 301. — P. 118990. DOI: 10.1016/j.envpol.2022.118990.

Livingston K. et al. (2020). The role of mitochondrial dysfunction in radiation-induced heart disease: from bench to bedside //Frontiers in cardiovascular medicine. — 2020. — Т. 7. — P. 20. DOI: 10.3389/fcvm.2020.00020.

Mitchell J.D. et al. (2021). Cardiovascular manifestations from therapeutic radiation: a multidisciplinary expert consensus statement from the International Cardio-Oncology Society // Cardio Oncology. — 2021. — Т. 3. — №. 3. — Pp. 360–380. DOI: 10.1016/j.jaccao.2021.06.003.

Puntmann V.O. et al. (2022). Long-term cardiac pathology in individuals with mild initial COVID-19 illness //Nature medicine. — 2022. — Т. 28. — №. 10. — Pp. 2117–2123. DOI: 10.1038/s41591-022-02000-0.

Wan Q. et al. (2022). Complex dynamics in a Hopfield neural network under electromagnetic induction and electromagnetic radiation //Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science. — 2022. — Т. 32. — №. 7. DOI: 10.1063/5.0095384.

Wang Q. et al. (2021). Acoustic radiation force on small spheres due to transient acoustic fields //Physical Review Applied. — 2021. — Т. 15. — №. 4. — 044034 p. DOI: 10.1103/PhysRevApplied.15.044034.

Zhou J. et al. (2023). Multi-Modality Machine Learning Models to Predict Stroke and Atrial Fibrillation in Patients with Heart Failure //medRxiv. — 2023. — 2023 p. DOI: 11.15.23298562.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 35–49

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.217>

UDC 681.518.3

©**A.E. Abzhanova***, **E.A. Abzhanov**, **A.A. Myrzamuratova**,
A.G. Batyrkhanov, **A.B. Bekseitova**, 2023

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan|;
Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan;
Atyrau university named after H. Dosmukhamedov, Atyrau, Kazakhstan.
E-mail: abdygappar@mail.ru

SOIL MOISTURE OBTAINED BY REMOTE SENSING

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;

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;

Myrzamuratova Aida Askerbekovna — Senior Lecturer of the Department of Computer Science, Master of Engineering and Technology, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: al_mansur_73@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5211-5633;

Batyrkhanov Ardak Gabitovich — Acting associate professor of the Department of software engineering Atyrau university named after H. dosmukhamedov, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: Batyr.khan78@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Bekseitova Ainur Bolatbekkyzy — Korkyt Ata Kyzylorda University, senior lecturer of the Department of Computer Science, Master of Technical Sciences, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: ainur.85@list.ru. ORCID: 0000-0002-0346-1924.

Abstract. Remote sensing techniques such as microwave techniques provide extensive spatial information about soil moisture at the earth's surface. This information is an important element for developing and improving hydrological models, which in turn play a key role in flood forecasting, water resource management and maintaining ecological balance. In addition, soil moisture data are of high value to weather forecasting models, where it can be used to more accurately predict climate conditions and precipitation. These forecasts, in turn, provide important information for various industries such as agriculture, water management and the environment. In the context of disaster prevention, soil moisture becomes a critical factor, since changes in its level can influence the risk of hazardous events such as flooding or landslides. Therefore, the use of soil moisture data in disaster management systems becomes an important aspect of public and infrastructure safety. It also provides an overview of the latest trends

in soil moisture measurement products and illustrates practical experience and application of this data in hydrological and water management projects. These remote sensing techniques, especially microwave techniques, provide the ability to quickly and accurately monitor soil moisture at various locations on the earth's surface. The information obtained becomes a key element for the development and improvement of hydrological models.

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***, **Е.Ә. Әбжанов**, **А.А. Мырзамуратова**,
А.Г. Батырханов, **А.Б.Бексейтова**, 2023

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

Қорқыт ата атынағы Қызылорда Университеті, Қызылорда, Қазақстан;

Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан.

E-mail: abdygappar@mail.ru

ҚАШЫҚТАН ЗОНДТАУ АРҚЫЛЫ АЛЫНҒАН ТОПЫРАҚ ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫ

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

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

Әбжанов Ералы Әбдігаппарұлы — 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;

Мырзамуратова Аида Аскербековна — техника және технология магистрі, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, "компьютерлік ғылымдар" кафедрасының аға оқытушысы, Қызылорда, Қазақстан

E-mail: Al_mansur_73@mail.ru. ORCID: 0000-0001-5211-5633;

Батырханов Ардак Габитович — PhD доктор, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің Бағдарламалық инженерия кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., Атырақ, Қазақстан

E-mail: Batyr.khan78@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Бексейтова Айнұр Болатбекқызы — техника және технология магистрі, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, "компьютерлік ғылымдар" кафедрасының аға оқытушысы, Қызылорда, Қазақстан

E-mail: ainur.85@list.ru. ORCID: 0000-0002-0346-1924.

Аннотация. Бұл мақалада микротолқынды әдістер сияқты қашықтықтан зондтау әдістері қарастырылған, олар жер бетіндегі топырақтың ылғалдылығы туралы кең кеңістіктік ақпарат алуға мүмкіндік береді. Бұл ақпарат гидрологиялық модельдерді әзірлеу мен жетілдірудің маңызды элементі болып табылады, олар өз кезегінде су тасқынын болжауда, суды басқаруда және экологиялық тепе-теңдікті сақтауда шешуші рөл атқарады. Сонымен қатар,

топырақтың ылғалдылығы туралы мәліметтер ауа-райын болжау модельдері үшін жоғары мәнге ие, мұнда оларды климаттық жағдайлар мен жауын-шашынды дәлірек болжау үшін пайдалануға болады. Бұл болжамдар өз кезегінде ауыл шаруашылығы, Су шаруашылығы және экология сияқты әртүрлі салалар үшін маңызды ақпарат береді. Төтенше жағдайлардың алдын алу жағдайында топырақтың ылғалдылығы маңызды факторға айналады, өйткені оның деңгейіндегі өзгерістер су тасқыны немесе көшкін сияқты қауіпті құбылыстардың пайда болу қаупіне әсер етуі мүмкін. Сондықтан апаттарды басқару жүйелерінде топырақ ылғалдылығы туралы деректерді пайдалану халықтың қауіпсіздігі мен инфрақұрылымының маңызды аспектісіне айналуға болады. Сондай-ақ, топырақтың ылғалдылығын өлшеуге арналған өнімдердің соңғы тенденцияларына шолу жасалады, сонымен қатар гидрологиялық және су шаруашылығы жобаларында осы деректердің практикалық тәжірибесі мен қолданылуы суреттеледі. Бұл қашықтықтан зондтау әдістері, әсіресе микротолқынды пештер, жер бетінің әртүрлі бөліктеріндегі топырақ ылғалдылығын жедел және дәл бақылауға мүмкіндік береді. Алынған ақпарат гидрологиялық модельдерді әзірлеу мен жетілдірудің негізгі элементіне айналады.

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*, Е.А. Абжанов, А.А. Мырзамуратова, А.Г. Батырханов,
А.Б. Бексейтова, 2023

ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

Кызылординский Университет имени Коркыт ата, Кызылорда, Казахстан;

Атырауский университет имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан.

E-mail: abdygappar@mail.ru

ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ, ПОЛУЧЕННАЯ ДИСТАНЦИОННЫМ ЗОНДИРОВАНИЕМ

Абжанова Айнагуль Ералиевна — магистр, старший преподаватель кафедры информационных систем ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: abdygappar@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;

Мырзамуратова Аида Аскербековна — магистр техники и технологии, кызылординский университет имени Коркыт Ата, старший преподаватель кафедры "Компьютерные науки", Кызылорда, Казахстан

E-mail: Al_mansur_73@mail..ru. ORCID: 0000-0001-5211-5633;

Батырханов Ардак Габитович — PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры программной инженерии Атырауского университета им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан
E-mail: Batyr.khan78@mail.ru ORCID: 681.518.3;

Бексейтова Айнура Болатбековна — магистр техники и технологии, кызылординский университет имени Коркыт Ата, старший преподаватель кафедры "Компьютерные науки", Кызылорда, Казахстан
E-mail: ainur.85@list.ru ORCID: 0000-0002-0346-1924.

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы дистанционного зондирования, такие как микроволновые техники, которые позволяют получать обширную пространственную информацию о влажности почвы на поверхности земли. Эта информация является важным элементом для разработки и улучшения гидрологических моделей, которые играют ключевую роль в прогнозировании паводков, управлении водными ресурсами и поддержании экологического баланса. Помимо этого, данные о влажности почвы имеют высокую ценность для моделей прогнозирования погоды, где они могут быть использованы для более точного предсказания климатических условий и осадков. Эти прогнозы предоставляют важную информацию для сельского хозяйства, водохозяйства и экологии. В контексте предотвращения чрезвычайных ситуаций влажность почвы становится критическим фактором, поскольку изменения в её уровне могут влиять на риск возникновения опасных явлений как затопления и оползни. Поэтому использование данных о влажности почвы в системах управления бедствиями становится важным аспектом обеспечения безопасности населения и инфраструктуры. Авторы также представили обзор последних тенденций в области продуктов по измерению влажности почвы и проиллюстрировали практический опыт и применение этих данных в гидрологических и водохозяйственных проектах. Эти методы дистанционного зондирования, особенно микроволновые техники, предоставляют возможность оперативного и точного мониторинга влажности почвы на различных участках земной поверхности. Полученная информация становится ключевым элементом для разработки и совершенствования гидрологических моделей.

Ключевые слова: информационные системы, улучшение почв, техническая мелиорация, подходы, основанные на данных, эффективность мелиорации

Финансирование: данная публикация не имеет источников финансирования.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Топырақтың ылғалдылығы әлемдегі тұщы су қорының аз ғана бөлігін құраса да, оның жаһандық су айналымына әсері үлкен маңызға ие. Бұл өсімдіктер мен адамдар үшін маңызды ресурс болып табылады және ауылшаруашылық өндірісінің негізін құрайды. Топырақтың ылғалдылығы

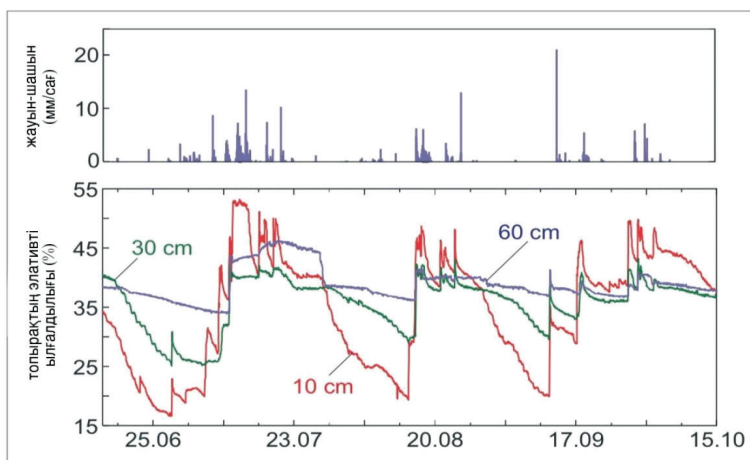
атмосфера мен топырақтың өзара әрекеттесуінің анықтаушы факторы болып табылады, сондықтан аймақтық климат пен ауа-райына тікелей әсер етеді. Сонымен қатар, топырақтың ылғалдылығы дренажды бассейндерде ағынның пайда болуында маңызды рөл атқарады, өйткені ол көбінесе жер үсті және жер үсті ағындарының дамуының шешуші факторы болып табылады. Осылайша, топырақтың ылғалдылығын есепке алу тапсырмаларды, басқару жоспарларын және су тасқыны болжамдарын теңестіру үшін гидрологиялық процестерді модельдеудің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады.

Әдістер мен материалдар

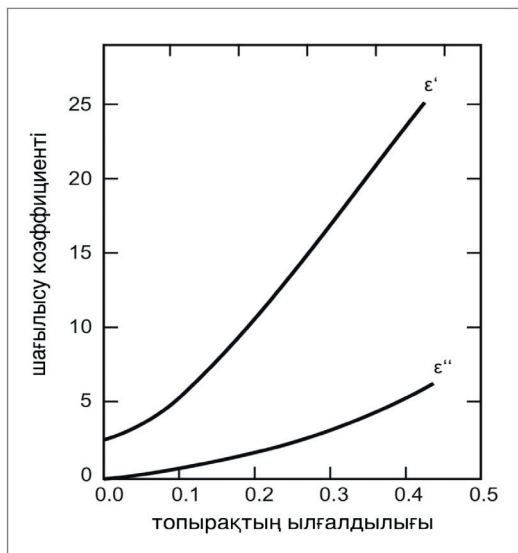
Әдетте, гидрологиялық модельдеудің негізгі бағыты дренаж жағдайларын мүмкіндігінше шынайы көбейтуге бағытталған су қоймасында қарастырылады. Тиісінше, модель параметрлерін калибрлеу негізінен бақыланатын ағындар негізінде жүзеге асырылады. Параметрлерді бағалаудағы бұл процедура топырақтың симуляцияланған ылғалдылықтың жүйелі қателіктеріне әкелуі мүмкін, олар калибрлеу кезеңінде имитацияланғандарды бақыланатын ағын сызықтарымен салыстыру арқылы анықталды.

Топырақтың ылғалдылығын өлшеу жүйелік қателіктерді азайту және ағынды болжамды дәлірек модельдеу үшін параметрлерді бағалауға қосылуы керек екені анық. Топырақтың ылғалдылығын өлшеу кезінде негізінен екі түрлі әдісті ажыратуға болады: далалық өлшеу (тікелей топырақта) және қашықтықтан зондтау әдістерін қолдану арқылы қашықтықты өлшеу. Екі әдіс кеңістіктік және уақыттық масштабта айтарлықтай ерекшеленеді. Далалық (орнында) өлшеу кезінде топырақтың әртүрлі тереңдігіндегі топырақ ылғалдылығының уақытша динамикасын үздіксіз тіркеуге болады.

Вена техникалық институтының Гидравликалық құрылыс және инженерлік гидрология институтының зерттеулері бойынша



Сурет. 1: Әр түрлі тереңдікте өлшенген топырақ ылғалдылығының уақытша ағымы және төменгі Австриядағы (Вольфсбах) шабындықта байқалған жауын-шашын 2006 ж. маусымнан қазанға дейін.



Сурет. 2: 5 ГГц жиіліктегі топырақтың ылғалдылығына байланысты топырақ үлгісінің диэлектрлік тұрақтысы.

Нәтижелер кеңістікте өте шектеулі, өйткені олар нүктелік өлшемдер болып табылады және топырақ ылғалдылығының таяз өзгергіштігіне байланысты аудандарға көшу қиындық туғызады.

Керісінше, топырақтың ылғалдылығын өлшеу кезінде ылғалдылық күйін кешенді анықтау қашықтықтан зондтау әдістерін қолдану арқылы жүзеге асырылады.

Дегенмен, өлшенген мәндер тек бірнеше миллиметр немесе сантиметр диапазонындағы топырақтың ылғалдылық күйін көрсетеді. Сенсорға байланысты өлшеу жиілігі бірнеше күннен бірнеше аптаға дейінгі дискретті уақытпен шектеледі. Өлшенген топырақ ылғалдылығының кеңістіктік ажыратымдылығы сенсорға байланысты 1 км-ден 50 км-ге дейін.

Осылайша, қашықтықтан зондтау әдістері топырақ ылғалдылығының шағын өзгергіштігі туралы мәлімдемелерге жол бермейді, бірақ үлкен аумақтардың орташа ылғалдылық жағдайы туралы ақпаратты камтиды. Кеңістіктік ажыратымдылығы көбінесе 1 км-ден асатын гидрологиялық модельдер үшін өлшенген ылғалдылық құрылымдары модельдің құрылымы мен параметрлерін анықтау және тексеру үшін дәстүрлі қолданыстағы деректерге жақсы қосымша болып табылады.

Алдымен қашықтықтан зондтау арқылы топырақтың ылғалдылығын анықтау әдістемесіне шолу жасаймыз. Спутниктік жүйелердің деректерін қолданып келесіні көреміз .

Гидрологиялық қолдану үшін топырақтың ылғалдылығын өлшеу. Қазіргі уақытта уақыт аймағының рефлектометрия әдісі кеңінен қолданылады. Топырақтың ылғалдылығын өлшеу кезінде. Толқындық бағыттағыштар жерге

енгізіледі, ал электромагниттік толқындардың өту уақытын өлшеу топырақ денесіндегі датчиктер арқылы жүзеге асырылады.

Осыған сүйене отырып, топырақтың ылғалдылығы. 1-суретте гидрографиялық қызмет басқаратын өлшеу нүктесінде өлшенген топырақ ылғалдылығының мысалы көрсетілген. Өлшенген мәндер тереңдіктің жоғарылауымен топырақ ылғалдылығының өзгермелі уақыт динамикасын анық көрсетеді. 10 см тереңдікте жауын-шашынның жоғары қарқындылығына және жауын-шашынсыз кезеңде булануға өте жылдам реакцияны байқауға болады, ал реакциялар 30 және 60 см тереңдікте пайда болады. Өлшенген мәндер әрқашан тек нүктелік жазба болып табылатындықтан және топырақтың ылғалдылығы әдетте өте айқын кеңістіктік өзгергіштікке ие, өлшеу нүктесінің кең ортасында нүктелік өлшеуден қорытынды жасау қиын. Топырақ ылғалдылығының кеңістіктік заңдылықтары туралы мәлімдеме жасау үшін өлшеу желісін тығыздау қажет.

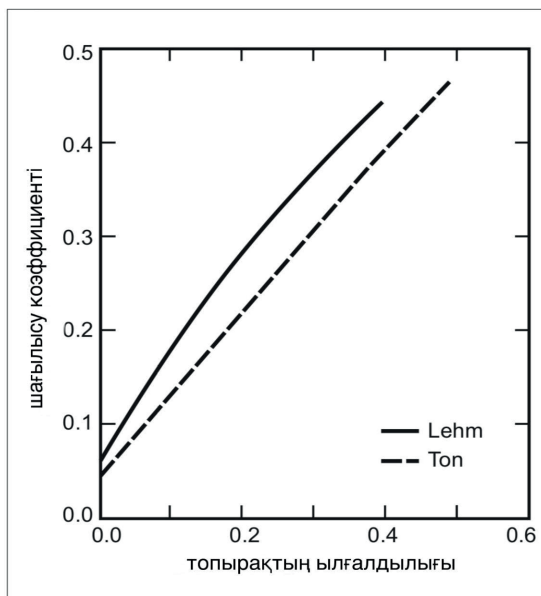
Қашықтықтан зондтау жазу жүйелерін негізінен жер үсті, әуе және спутниктік жүйелерге бөлуге болады. Датчиктер көлік құралдарына немесе дінгектерге, ұшақтар мен дрондарға, сондай-ақ спутниктерге орнатылған. Соңғы онжылдықтарда платформаның барлық үш саласында айтарлықтай прогреске қол жеткізілді. Дегенмен, спутниктік жүйелер жазбалардың жүйелілігіне байланысты жедел қолдануға өте қолайлы. Микротолқынды жүйелерде электромагниттік сәулелер 0,3-тен 30 ГГц-ке дейінгі жиілік диапазонында қолданылады, бұл атмосфераға іс жүзінде ампиірлерсіз ене алатын 1 м-ден 1 см-ге дейінгі толқын ұзындығына сәйкес келеді. Мұның шешуші артықшылығы бар, оптикалық жүйелерден айырмашылығы, радиолокациялық жүйелер бұлттылық пен түнде де қолданылады.

Микротолқынды қашықтықтан сезімтал жүйеде жазу түріне байланысты белсенді және пассивті жүйелер арасында айырмашылық жасалады.

Белсенді датчиктер электромагниттік импульстарды шығарады және жер бетінен шағылысқан сәулеленуді өлшейді. Бұл топқа, мысалы, синтетикалық апертурасы (SAR) немесе шашыраңқы сенсорлары бар Radar жүйелері кіреді. Керісінше, пассивті жүйелер үшін энергия көзі жер бетінің табиғи сәулеленуі болып табылады, ал датчиктер пассивті қабылдағыштар болып табылады. Жазу әдістері әр түрлі болғанымен, белсенді және пассивті жүйелер Кирхгоф заңы арқылы тығыз байланыста болады. Бұл бетті қашықтан өңдеуге қолдану арқылы бекітіледі. Жер, бұл дәреже туралы болмыс бір минус шағылысу дәрежесі және осылайша екі жүйеге де негізінен жер бетіндегі бірдей физикалық құбылыстар әсер етеді.

Топырақтағы судың көбеюімен диэлектрлік тұрақтылық артады, бұл кіріс радиациясының көбірек таралуына немесе сенсорға қайта шағылысуына әкеледі.

2-сурет бұл байланысты анық етеді және Американдық Канзас штатындағы далалық эксперименттен 5 ГГц топырақ мысалында диэлектрлік тұрақтының нақты және елестетілген бөлігін көрсетеді.



Сурет. 3: 5 ГГц жиіліктегі топырақтың ылғалдылығына байланысты екі топырақ сынамасының шағылысу коэффициенті.

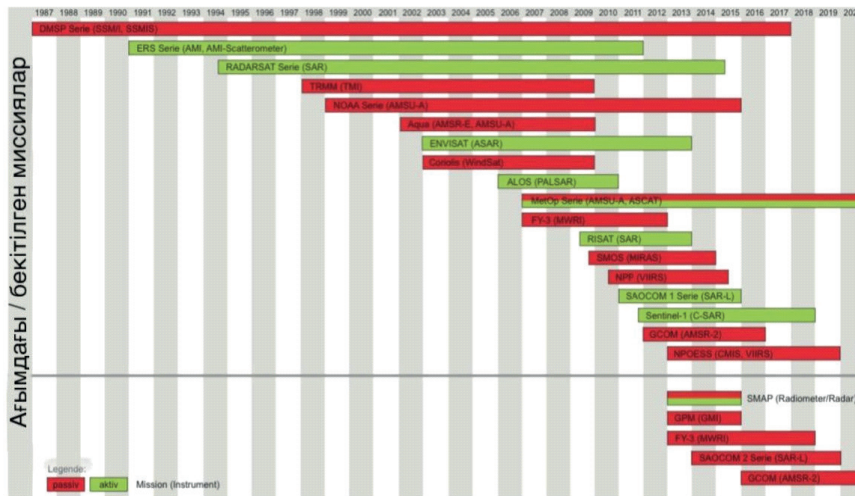
Френельді Қолдану формулаларды 3-суретте көрсетілгендей шағылысу коэффициентінің диэлектрлік тұрақтысы негізінде есептеуге болады. Құрғақ топырақта түсетін сәулелік энергияның шамамен 5 % - ы ғана кері таралады, ал қалған бөлігі топыраққа сіңеді, ал қаныққан топырақтағы рефлекс коэффициенті шамамен 45 % құрайды. Осы салыстырмалы түрде тікелей байланыстың арқасында топырақтың әлсіреуі мен сенсорда өлшенген кері айналу коэффициенті арасында жоғары корреляция бар. Дегенмен, түсу бұрышы мен сәулелену жиілігі, сондай-ақ өсімдіктер мен топырақтың кедір-бұдырлығы сияқты көптеген басқа параметрлер рөл атқарады. Топыраққа ену тереңдігі әдетте жиілік пен ылғалдылықтың жоғарылауымен азаяды және модель есептеулеріне сәйкес толқын ұзындығының оннан бірнеше бөлігінде (яғни бірнеше миллиметр диапазонында) болады.

10 ГГц-тен төмен жиіліктегі датчиктер әсіресе қолайлы, өйткені ену тереңдігі 10 см-ге дейін болуы мүмкін. Ылғалдың шығуы қашықтықтан зондтау деректерінен топырақ беті мен электромагниттік толқындар арасындағы өзара әрекеттесуді және өсімдіктердің әсерін сипаттайтын эмпирикалық немесе теориялық модельдер сериясы арқылы қол жеткізіледі.

Топырақтағы ылғалды анықтау үшін ерекше маңызы бар пассивті және белсенді микротолқынды жүйелер толығырақ қарастырайық. 4-суретте қазіргі және жоспарланған спутниктік миссияларға шолу берілген.

Пассивті жүйелер сәулелену температурасын өлшейді және осылайша жанама түрде сәулелену мен шағылысуға шыдайды. Алайда, топырақтың кедір-бұдырлығының әсерін кейіннен топырақ құрылымымен топырақтың

ылғалдылығын бағалау үшін ескеру қажет. Дегенмен, өсімдік жамылғысы сигнал беретіндіктен, өсімдік жамылғысының әсеріне, сондай-ақ коммерциялық кедергілерден туындаған әсерге қатысты мәселелер бар.



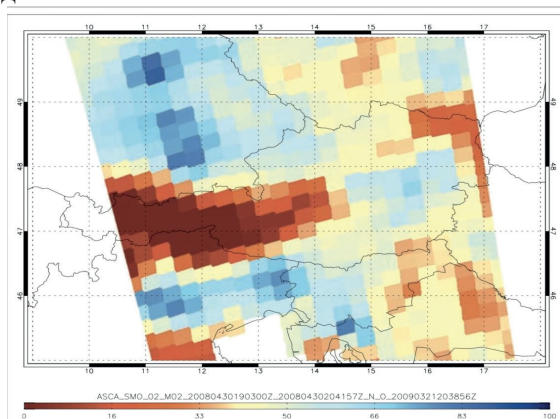
Сурет. 4: топырақтың ылғалдылығына қатысты ағымдағы жедел немесе жоспарланған қашықтықтан зондтау миссиялары. Миссия атаулары мен олардың құралдары жақшада көрсетілген. Пассивті жүйелер қызыл түспен, белсенді жүйелер жасыл түспен көрсетілген.

Белсенді жүйелерге синтетикалық диафрагмасы бар радиолокациялық жүйелер (SAR) жатады. Геометриялық ажыратымдылық функция болғандықтан антеннаның дизайнының ұзындығы-бірнеше метрлік шешімдер антеннаның бірнеше шақырымдық ұзындығымен ғана мүмкін болады, бұл спутниктер үшін мүмкін емес. Осылайша, SAR жүйелері қысқа антеннаның бетін бірнеше рет сәулелендіру арқылы өздеріне көмектеседі (10 м-ге дейін) және сол рельеф нүктелері траектория бойымен бірнеше рет алынады. Бірнеше қысқа антенна жазбаларын бір уақытта пайдалану, осылайша, ұзын (синтетикалық) антеннаға қарағанда бірдей ақпараттық мазмұнды қамтамасыз етеді және бұл ажыратымдылықты шамамен 30–100 м-ге дейін арттыруды қамтамасыз етеді. бұл өз кезегінде жазу уақытын, демек, кеңістікті қамтуды шектейді. Сонымен қатар, өсімдіктер бұл жүйелерге де әсер етеді, сондықтан физикалық шашыраудың жеке механизмдерін емес, ұзақ уақыт қатарлары арқылы уақыт бойынша кері сигналдың өзгеруін қарастыратын "өзгерістерді дұрыс анықтау" сияқты әдістер бар.

Топырақтың кедір-бұдырлығы үлкен көлемде аздап өзгереді деп есептесек, тек уақытша әсерлер өсімдіктер топырақ өсімдіктерінен бөлінеді. Esa еуропалық SAR жүйелерінің мысалдары 1991 жылдан бері жұмыс істеп келе жатқан 30 м Active Microwave Instrument (AMI) және 30 м-ден 1 км-ге дейінгі кеңістіктік ажыратымдылықпен 2003 жылдан бастап Advanced SAR (ASAR) болып табылады (түсіру режиміне байланысты).

Шашыраңқы датчиктерді белсенді датчиктердің тағы бір тобы деп атаған жөн. Бастапқыда жел өрістерін анықтауға арналған өлшемдер топырақтың ылғалдылығы туралы қорытынды жасау үшін де қолданыла алады. Функционалдылық SAP жүйелеріне ұқсас, бірақ бұл жүйелер регрессивті сигналдың қасиеттерін жоғары дәлдікпен және синтетикалық диафрагмалық антенналардан айырмашылығы әр түрлі түсу бұрыштарында өлшейді. Нәтижесінде 25–50 км диапазонында сәл төмен кеңістіктік ажыратымдылық болуы мүмкін. Скатмометрлердің артықшылығы-жазудың кең жолағы (бірнеше 100 км), демек, 2–6 күн ішінде жер бетін уақытша қамту болып табылады.

Сондай-ақ, топырақтағы ылғалды тарату үшін жартылай эмпирикалық модельдер қолданылады, олар кері масштабтау коэффициентінің, өсімдік жамылғысының және кедір-бұдырдың параметрлерін. Еуропалық метеорологиялық спутниктерді пайдалану ұйымы (EO-METSAT) ұқсас сипаттамалары бар *ami-Scat* кейінгі құралы ретінде жасалған жетілдірілген *Scattero* есептегішін (*ASCAT*) басқарады. Барлығы алты антеннаны пайдалану күніне шамамен бір өлшемдегі жазбалардың көбеюіне, сондай-ақ 25 км кеңістіктік ажыратымдылықтың жақсаруына әкеледі. сонымен қатар, *ASCAT* нақты уақыт режимінде қол жетімді ылғалдылық деректерін ұсынады. Сеттерометр деректерінен топырақ ылғалдылығын алу үшін "өзгерістерді анықтауды айналып өту" әдісін қолданады, ол бастапқыда Еуропалық қашықтықтан зондтау спутнигіндегі (*ERS*) *AMI-Scat* сенсорының ұзақ уақыт қатарларын талдайды. Бұл сенсор кері байланысты әртүрлі түсу бұрыштарында өлшейтін үш антеннасы бар радиолокациялық сигнал алады. Бұл уақытша өзгеретін өсімдіктердің әсерін әр түрлі түсу бұрыштарында байқауға және осылайша оларды статистикалық әсерлерден бөлуге мүмкіндік береді. Басқа кезеңде бүкіл уақыт сериясының ең құрғақ және ылғалды уақыттары анықталады және деректер банкінде сақталады. Ақырында, өңдеудің соңғы кезеңінде оң жақ кері сәулелену коэффициенттері қолданылады және мәндер минимум 0 мәніне, ал максимум 100 мәніне сәйкес келетін етіп масштабталады. Бұл әдіс *ASCAT* деп аталады.



Сурет. 5: ASCAT-тен алынған топырақтың салыстырмалы ылғалдылығы (пайызбен).

30-дан бастап ұшу көрсетілген. 2008 жылдың сәуірі, кеңістіктік ажыратымдылығы 50 км. екі атыс жолағының бірінің ені шамамен 550 км-ге сәйкес келеді.

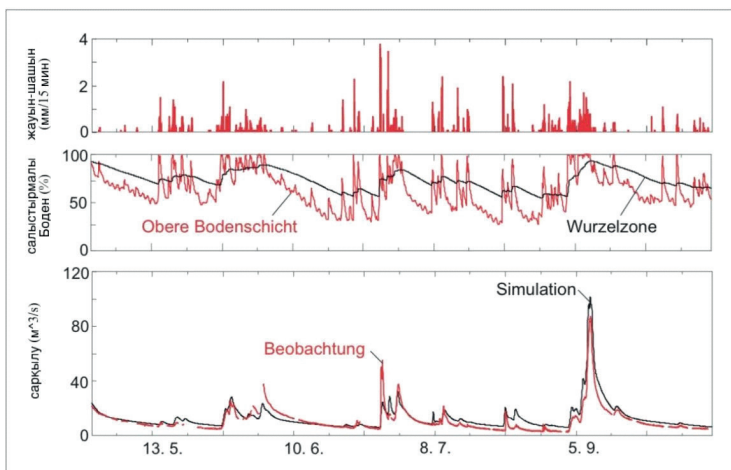
Топырақтың ылғалдылығы мен туынды өнімдерінің қолдану аясы кең таралған және егінді болжаудан бастап ағынды болжауға және ауа-райының сандық болжамына дейін қолданылады. Топырақтың ылғалдылығын сандық болжау саласында топырақтың ылғалдылығы туралы мәліметтер модельдің бастапқы жүгіріс жағдайларын анықтау немесе калибрлеу үшін пайдаланылады. Мұнда 50 км ажыратымдылық қолданыстағы және болашақ жаһандық модельдер үшін жеткілікті. Алайда, аймақтық және мезоскалалық модельдер кем дегенде 25 км ажыратымдылықты қажет етеді және спутниктерді жақын арада жоғары ажыратымдылықпен өңдеуге болады деп болжауға болады.

Гидрологиялық модельдеу саласында топырақтың ылғалдылығы туралы мәліметтер бастапқы жағдайларды жақсарту үшін қолданылады, дегенмен негізгі мәселе микротолқынды сәулелердің ену тереңдігі салыстырмалы түрде жоғары, ал модельдеу профильдегі ылғалдың тік таралуына мүдделі. Ричардс теңдеуінің көмегімен негізінен профильдегі топырақтың ылғалдылығын беткі топырақтың ылғалдылығынан есептеуге болады. Алайда, топырақтың физикалық өлшемдері мен шекаралық шарттары әдетте жеткілікті масштабта белгілі болмағандықтан, қарапайым екі қабатты модельдер жасалды және қолда бар ақпаратқа жақсырақ сәйкес келетін көп қабатты модельдер қолданылады.

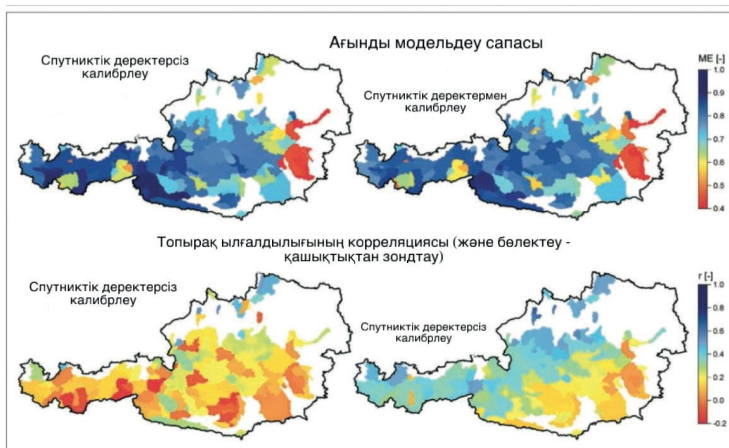
Су тасқынын болжауға арналған қолданыстағы гидрологиялық модельдің құрылымына негізделген топырақтың жоғарғы қабатындағы ылғалдылық динамикасын модельдеу үшін екі қабатты модель жасалды. Модельдің түпнұсқасы-жауын-шашын ағынының тұжырымдамалық, егжей-тегжейлі моделі.

Модельдің кеңістіктік және уақыттық іріктелуі 1×1 км және 15 минутты құрайды. Модель параметрлері әртүрлі гидротоптарға (ұқсас гидрологиялық қасиеттері бар аймақтарға) тағайындалады және әртүрлі ақпарат көздері арқылы бес сатылы процесте анықталды. Модельдің алғашқы өзгеруінде топырақ ылғалдылығының тепе-теңдігі тек тамыр аймағында болатындықтан, модель топырақтың жоғарғы қабатын есепке алу үшін қосымша топырақ қорымен кеңейтілді. Бұл жад түбірлік аймақты білдіретін негізгі жадпен байланыста болады. Қоймалар арасындағы ылғал алмасу сызықтық байланыс арқылы жүреді Деректерді ассимиляциялау деп аталады. Екі ауысымдық Модель 1991–2000 жылдар аралығында Австриядағы 148 су араласатын аудандарға қолданылды. Модель параметрлерін бағалау үш түрлі тәсілге сәйкес оңтайландыру алгоритмі негізінде әрбір су жинау аймағы үшін жасалды. Бірінші жағдайда бағалау тек бақыланатын ағынды өлшеу негізінде жүзеге асырылады; екінші жағдайда тек шашырау деректері негізінде ERS; үшінші жағдайда, ағынды модельдеу сапасын да, модельденген топырақ

ылғалының шашырау деректерімен сәйкестігін де ескеретін салмақты мақсатты функцияға негізделген. Модельдің тиімділігін бағалау үшін Нэш-Сатклифф критерийі қолданылады, онда модельдің мінсіз модельдеуі 1 мәнін береді. 7-суретте ағынды модельдеудің қол жеткізілген сапасының кеңістіктік заңдылықтары көрсетілген, 7-суретте топырақтың жоғарғы қабатындағы модельденген және шашыраңқы топырақ ылғалдылығының корреляциясы көрсетілген. Иллюстрацияның сол жағында калибрлеу үшін тек ағынды сулар пайдаланылды, оң жақта қашықтықтан зондтау деректері де қосылды. Топырақтың ылғалдылығы туралы деректерді қоса алғанда, ағынды суларды модельдеу сапасы іс жүзінде өзгермейді, ал модельденген және бақыланатын топырақ ылғалдылығының корреляциясы айтарлықтай артады.



Сурет. 6: 2006 жылдың мамырынан қыркүйегіне дейін Zwettl/camp (622 км2) модельдік ауданы үшін гидрологиялық модельдеу нәтижелері көрсетілген.



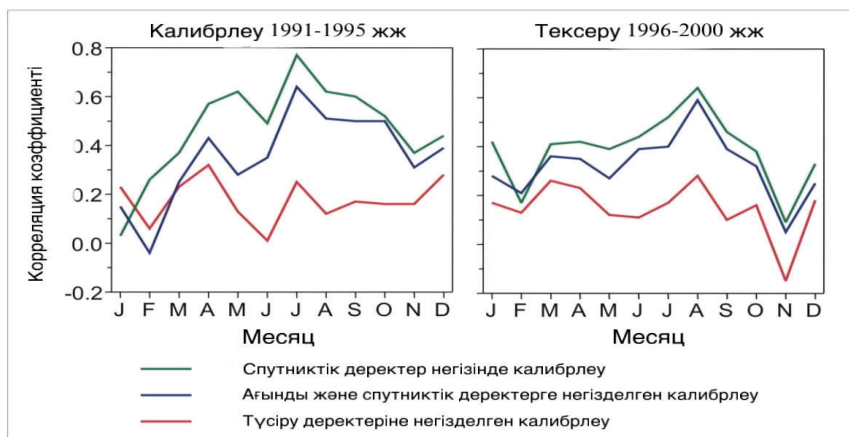
Сурет. 7: дренаж моделінің сапасы және гидрологиялық модель мен қашықтықтан зондтау деректері арасындағы топырақ ылғалдылығының корреляциясы.

Суреттің сол жағында бақыланатын ағынды суларға негізделген модель параметрлерін калибрлеу нәтижелері көрсетілген, оң жағында калибрлеу үшін топырақ ылғалдылығын қашықтықтан зондтау деректері де қолданылады.

Нәтижелер және оларды талқылау

Осылайша, калибрлеу процесінде топырақ склерометріне қосымша ылғал қосу арқылы топырақ ылғалдылығын модельдеудегі жүйелік қателіктерді азайтуға және модельдің шынайы параметрлерін анықтауға болады.

Үш калибрлеу опциясы үшін топырақтың жоғарғы қабатындағы модельденген және диффузиялық топырақ ылғалдылығының корреляциясының маусымдық өзгерістері 8-суретте көрсетілген. Нәтижелер калибрлеу кезеңіне және тексеру кезеңіне бөлінеді. Тек ағынды деректер негізінде калибрлеу жағдайында модельденген және өлшенген топырақ ылғалдылығының айтарлықтай төмен корреляциясы бар. Жаз айларында үлкен корреляция тенденциясы калибрлеу кезеңінде де, тексеру кезеңінде де байқалады. Тұтастай алғанда, топырақтың ылғалдылығы туралы кең деректер жиынтығынан жасалған модель калибрлеу және пайдалану үшін тек ағын деректерін пайдаланатын модельге қарағанда әртүрлі жағдайлардағы процестерді жақсырақ сипаттайды.



Сурет. 8: Калибрлеу кезеңі және тексеру кезеңі үшін көрсетілген модельденген топырақ ылғалдылығы мен шашыраңқы топырақ ылғалдылығы арасындағы корреляциядағы маусымдық айырмашылықтар. Параметрлерді калибрлеу үшін үш жағдай бөлінді:

- шашыраңқы топырақ ылғалдылығы сенсорына негізделген калибрлеу, бақыланатын ағын желілеріне негізделген калибрлеу және ағынды және шашыраңқы топырақ ылғалдылығы сенсорын ескере отырып калибрлеу.

Қашықтықтан зондтау спутниктен топырақтың ылғалдылығын бақылаудың бірнеше мүмкіндіктерін ұсынады. Қолданылатын толқын ұзындығына

байланысты микротолқынды датчиктер, атап айтқанда, жоғарғы қабат үшін ақпарат беруге жарамды. Қазіргі уақытта 25–50 км диапазонында микротолқынды датчиктердің жедел деректері бар, олар бірнеше күн ішінде бүкіл жер бетін толығымен жабады. Әсіресе соңғы уақытта деректерді кең ауқымда (шамамен 1 км) қолжетімді ету үшін перспективалы нәтижелерге қол жеткізілді. Жедел қолдануға қол жетімділік ASCAT сияқты сенсорлар арқылы қамтамасыз етіледі, өйткені деректер нақты уақытта жеткізіліп қана қоймайды

Гидрологиялық модельдеу контекстінде топырақтың ылғалдылығы туралы мәліметтер құнды қосымша ақпарат болып табылады. Мысалда топырақтың ылғалдылығы туралы ақпарат нақты модельдерді анықтауды жеңілдететіні және модельдің ішкі ылғалдылық балансын модельдеу кезінде жүйелі қате бағалау қаупін төмендететіні көрсетілген. Модель құрылымы мен үлгісін нақты таңдау, әдетте, калибрлеу деректер жиынтығына кірмейтін төтенше жағдайларды дәл сипаттау үшін міндетті болып табылады.

Қорытынды

Гидрологиялық модельдеу контекстінде топырақтың ылғалдылығы туралы мәліметтер құнды қосымша ақпарат болып табылады. Мысалда топырақтың ылғалдылығы туралы ақпарат нақты модельдерді анықтауды жеңілдететіні және модельдің ішкі ылғалдылық балансын модельдеу кезінде жүйелі қате бағалау қаупін төмендететіні көрсетілген. Модель құрылымы мен үлгісін нақты таңдау, әдетте, калибрлеу деректер жиынтығына кірмейтін төтенше жағдайларды дәл сипаттау үшін міндетті болып табылады.

Ылғалдылықты масштабтау, сондай-ақ гидрологиялық модельде топырақтың ылғалдылығы туралы мәліметтерді игеруді жақсарту бойынша қосымша зерттеулер қажет. Satellite Application Facility on Support to Operational Hydrology and Water Management (H-SAF) жобасы қазіргі уақытта гидрологиялық тапсырмалар үшін икемділігін ескере отырып, шашыраңқы термометр деректерінен бар топырақ ылғалдылығы өнімдерін одан әрі дамытуға тырысуда. Басқа нәрселермен қатар, топырақ ылғалдылығының жақсартылған өнімдерін кейіннен әзірлеу мақсатында ақпараттық мазмұнды 25 км-ден 1 км-ге берумен айналысатын масштабтау әдістері зерттелуде.

ӘДЕБИЕТТЕР

Европейский спутник Sentinel-2 [электрондық ресурсы] // <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/overview>

Европейское космическое агентство [электрондық ресурсы] // <https://earth.esa.int/eogateway/missions/landsat-8>

Киселёв А.В., Муратова Н.Р., Горный В.И., Тронин А.А. (2015). Связь запасов продуктивной влаги в почве с полем силы тяжести земли (по данным съемок спутниками GRACE) // Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса. — 2015. — Т. 12. — № 6. — 7–16 б.

Швецов Е.Г., Ружичка З., Миронов В.Л. (2013). Исследование применимости данных спутника SMOS для оценки уровня пожарной опасности на территории Красноярского края // Вестник СибГАУ. — 2013. — № 2(48). — 110–115 б.

Colliander A., Jackson T.J., Bindlish R., Chan S., Das N., Kim S.B. & Yueh S.H. (2017). Validation of SMAP surface soil moisture products with core validation sites. Remote Sensing of Environment, —191. — 215–231 б.

Crow W.T., Kustas W.P., Prueger J.H. & Jackson T.J. (2008). Remote sensing soil moisture: Implications for groundwater recharge in an irrigated region. *Remote Sensing of Environment*, — 112(4), — 1261–1274.

Dobson M.C., Ulaby F.T., Hallikainen M.T. & El-Rayes M.A. (1985). Microwave dielectric behavior of wet soil—Part II: Dielectric mixing models. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, — 23(1), — 35–46.

Entekhabi D., Njoku E.G., O'Neill P.E., Kellogg K.H. & Crow W.T. (2010). The Soil Moisture Active Passive (SMAP) Mission. *Proceedings of the IEEE*, 98(5). — Pp. 704–716.

Holmes T.R.H., Hugenholtz C.H. & Sandercock P.J. (2013). Application of airborne LiDAR-derived elevation and intensity data for geomorphic classification and soil moisture mapping in a prairie riparian corridor. *Catena*, — 101. — Pp. 172–181.

Ryu D., Jackson T.J. & Famiglietti J.S. (2000). Soil moisture mapping in a semi-arid environment using ERS-1 synthetic aperture radar data. *Remote Sensing of Environment*. — 71(3). — Pp.326–340.

REFERENCES

Crow W.T., Kustas W.P., Prueger J.H. & Jackson T.J. (2008). Remote sensing soil moisture: Implications for groundwater recharge in an irrigated region. *Remote Sensing of Environment*. — 112(4). — Pp. 1261–1274.

Colliander A., Jackson T.J., Bindlish R., Chan S., Das N., Kim S.B. & Yueh S.H. (2017). Validation of SMAP surface soil moisture products with core validation sites. *Remote Sensing of Environment*, — 191, — Pp. 215–231.

Dobson M.C., Ulaby F.T., Hallikainen M.T. & El-Rayes M.A. (1985). Microwave dielectric behavior of wet soil—Part II: Dielectric mixing models. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, — 23(1). — Pp. 35–46.

European satellite Sentinel-2 [electronic resource] // <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/overview>

European Space Agency [electronic resource] // <https://earth.esa.int/eogateway/missions/landsat-8>

Entekhabi D., Njoku E.G., O'Neill P.E., Kellogg K.H. & Crow W.T. (2010). The Soil Moisture Active Passive (SMAP) Mission. *Proceedings of the IEEE*, — 98(5). — Pp. 704–716.

Holmes T.R.H., Hugenholtz C.H. & Sandercock P.J. (2013). Application of airborne LiDAR-derived elevation and intensity data for geomorphic classification and soil moisture mapping in a prairie riparian corridor. — *Catena*, 101. — Pp. 172–181.

Kiselyov A.V., Muratova N.R., Gorny V.I., Tronin A.A. (2015). Relationship between the reserves of productive moisture in the soil and the gravity field of the earth (according to survey data from the GRACE satellites) // *Modern problems of remote sensing of the earth from space*. — 2015. — T. 12. — No. 6. — Pp.7–16.

Ryu D., Jackson T.J. & Famiglietti J.S. (2000). Soil moisture mapping in a semi-arid environment using ERS-1 synthetic aperture radar data. *Remote Sensing of Environment*, 71(3), — Pp. 326–340.

Shvetsov E.G., Ruzhichka Z., Mironov V.L. (2013). Study of the applicability of SMOS satellite data for assessing the level of fire danger in the Krasnoyarsk Territory // *Vestnik SibSAU*. — 2013. — No. 2(48). — Pp. 110–115.

УДК 004.931

© U. Zh Aitimova¹, M.Zh. Aitimov^{2*}, E.N. Tulegenova³, A.U. Yessirkepova³,
Zh.T. Abildaeva⁴, 2023

¹Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin,
Astana, Kazakhstan;

²Branch of the Academy of Public Administration under the President of the
Republic of Kazakhstan in Kyzylorda region, Kyzylorda, Kazakhstan;

²Academy of Public Administration under the President of the Republic of
Kazakhstan in Kyzylorda region, Kyzylorda, Kazakhstan;

³Kyzylorda University named after Korkyt Ata, Associate Professor,
Kyzylorda, Kazakhstan;

⁴K.I. Satpayev Kazakh National Research Technical University,
Almaty, Kazakhstan.

E-mail: aitimovmurat07@gmail.com

FIRE FOCUS DETECTION USING DEEP LEARNING METHODS FROM IMAGE

Aitimova Ulzada — Associate Professor of the Department of Information Systems of the Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, st. Zhenis, 62, Astana, Kazakhstan, 010000

E-mail: uaitimova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0803-7137>;

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

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

Tulegenova Elmira — Candidate of Economic Sciences, Kyzylorda University named after Korkyt Ata, Associate Professor, Kyzylorda region, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: etulegenova80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4501-7343>;

Yessirkepova Aizhan — Kyzylorda State University named after Korkyt Ata, Senior Lecturer of the Department of Computer Science, master of technical sciences, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: aizhan_kizi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3219-3022>;

Abildaeva Zhansaya — Master of technical sciences, Doctoral student of K.I. Satpayev Kazakh National Research Technical University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: Zhansaya_A@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2637-0443>.

Abstract. Fire detection is an important task in the field of safety and emergency prevention. In recent years, deep learning methods have shown high efficiency in solving various computer vision problems, including detecting objects in images. In this paper, monitoring wildfires was considered, which allows you to quickly

respond to them and prevent their spread using deep learning methods. For the experiment, images from the satellite and images from the FireWatch sensor were taken as initial data. In this work, the deep learning algorithms You Only Look Once (YOLO), Convolutional Neural Network (CNN), and Fast Recurrent Neural Network (FastRNN) were considered, which makes it possible to determine the accuracy of a natural fire. As a result of the experiments, an automated fire recognition algorithm using YOLOv4 deep learning methods was created. It is expected that the results of the study will show that deep learning methods can be successfully applied to detect fire in images. This may lead to the development of automated monitoring systems capable of quickly and reliably detecting fire situations, which will help improve safety and reduce the risk of fires.

Keywords: Classification, clustering, deep learning, machine learning, natural fire

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

© У.Ж. Айтимова¹, М.Ж. Айтимов^{2*}, Э.Н. Тулегенова³, А.У. Есиркепова³,
Ж.Т. Абилдаева⁴, 2023

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан;

²Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Мемлекеттік басқару
академиясының Қызылорда облысы бойынша филиалы,
Қызылорда, Қазақстан;

³Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда облысы,
Қызылорда қаласы, Қазақстан;

⁴Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің докторанты,
Алматы қаласы, Қазақстан.

E-mail: aitimvmurat07@gmail.com

СУРЕТТЕН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ ӨРТ ОШАҒЫН АНЫҚТАУ

Айтимова Улзада Жолдасбековна — С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті ақпараттық жүйелер кафедрасында, м.а. қауымдастырылған профессор, ф.-м.ғ.к., Астана, Қазақстан, Жеңіс к., 62, 010000

E-mail: uaitimova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0803-7137>;

Айтимов Мурат Жолдасбекович — PhD, Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы Мемлекеттік басқару академиясының Қызылорда облысы бойынша филиалының директоры, Қызылорда, Қазақстан

E-mail: aitimvmurat07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>;

Тулегенова Эльмира Нурлановна — Л қауымдастырылған профессоры Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда облысы, Қызылорда қаласы, Қазақстан

E-mail: etulegenova80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4501-7343>;

Есиркепова Айжан Умирзаковна — техника ғылымдарының магистрі, Қорқыт ата атындағы Қызылорда Университеті, Компьютерлік ғылымдар кафедрасының аға оқытушысы

E-mail: aizhan_kizi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3219-3022>;

Әбилдаева Жансая Тенелқызы — Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің докторанты, Алматы қаласы, Қазақстан

E-mail: Zhansaya_A@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2637-0443>.

Аннотация. Өртті анықтау қауіпсіздік және төтенше жағдайлардың алдын алу саласындағы маңызды міндет болып табылады. Соңғы жылдары терең оқыту әдістері компьютерлік көрудің әртүрлі мәселелерін шешуде, соның ішінде кескіндердегі объектілерді анықтауда жоғары тиімділікті көрсетті. Бұл мақалада терең оқыту әдістерін қолдана отырып, оларға тез әрекет етуге және олардың таралуын болдырмауға мүмкіндік беретін дала өрттерінің мониторингі қарастырылды. Эксперимент үшін бастапқы деректер ретінде спутниктен алынған суреттер мен FireWatch сенсорынан алынған суреттер алынды. Бұл жұмыста сіз тек бір рет қарайсыз (YOLO), конволюциондық нейрондық желі (CNN) және жылдам қайталанатын нейрондық желі (FastRNN) терең оқыту алгоритмдері қарастырылды, бұл табиғи өрттің дәлдігін анықтауға мүмкіндік береді. Тәжірибелердің нәтижесінде YOLOv4 терең оқыту әдістерін қолданатын автоматтандырылған өртті танудың алгоритмі жасалды. Зерттеу нәтижелері терең оқыту әдістерін суреттердегі өртті анықтау үшін сәтті қолдануға болатынын көрсетеді деп күтілуде. Бұл қауіпсіздікті жақсартуға және өрт қаупін азайтуға көмектесетін өрт жағдайларын тез және сенімді анықтауға қабілетті автоматтандырылған бақылау жүйелерін дамытуға әкелуі мүмкін..

Түйін сөздер: Жіктеу, кластерлеу, терең оқыту, машиналық оқыту, табиғи өрт

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

© У.Ж. Айтимова¹, М.Ж. Айтимов^{2*}, Э.Н. Тулегенова³, А.У. Есиркепова³,
Ж.Т. Абилдаева⁴, 2023

¹Казахский агротехнический исследовательский университет
имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан;

²Филиал Академии государственного управления при Президенте
Республики Казахстан по Кызылординской области, Кызылорда, Казахстан;

³Кызылординский университет имени Коркыт Ата,
Кызылординская область, Кызылорда, Казахстан;

⁴Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан.

E-mail: aitimovmurat07@gmail.com

ОБНАРУЖЕНИЕ ОЧАГОВ ПОЖАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ

Айтимова Улзада Жолдасбековна — к.ф.-м.н., и.о. ассоциированного профессора кафедры информационных систем Казахского агротехнического исследовательского университета имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

E-mail: uaitimova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0803-7137>;

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

E-mail: aitimvmurat07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>;

Тулегенова Эльмира Нурлановна — ассоциированный профессор, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

E-mail: etulegenova80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4501-7343>;

Есиркепова Айжан Умирзаковна — магистр технических наук, старший преподаватель кафедры компьютерных наук, Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

E-mail: aizhan_kizi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3219-3022>;

Абилдаева Жансая Тенелевна — докторант Казахского национального исследовательского технического университета им. К.И. Сатпаева, г. Алматы, Казахстан

E-mail: Zhansaya_A@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2637-0443>.

Аннотация. Обнаружение пожара является важной задачей в области безопасности и предотвращения чрезвычайных ситуаций. В последние годы методы глубокого обучения показали высокую эффективность при решении различных задач компьютерного зрения, в том числе при обнаружении объектов на изображениях. В данной работе был рассмотрен мониторинг лесных пожаров, который позволяет быстро реагировать и предотвращать их распространение с помощью методов глубокого обучения. Для эксперимента в качестве исходных данных были взяты изображения со спутника и изображения с сенсора FireWatch. В данной работе были рассмотрены алгоритмы глубокого обучения You Only Look Once (YOLO), Convolutional Neural Network (CNN) и Fast Recurrent Neural Network (FastRNN), позволяющие определять точность естественного пожара. В результате экспериментов был создан автоматизированный алгоритм распознавания пожаров с использованием методов глубокого обучения YOLOv4. Ожидается, что результаты исследования покажут, что методы глубокого обучения можно успешно применять для обнаружения пожара на изображениях. Это может привести к разработке автоматизированных систем мониторинга, способных быстро и надежно обнаруживать пожарные ситуации, что поможет повысить безопасность и снизить риск возникновения пожаров.

Ключевые слова: классификация, кластеризация, глубокое обучение, машинное обучение, природный огонь

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Өртті анықтау қауіпсіздікті қамтамасыз ету және өрт оқиғаларына жедел әрекет ету үшін маңызды міндет болып табылады. Соңғы жылдары тереңдетіп оқыту әдістері компьютерлік көру мәселелерін шешуде, соның ішінде өртті анықтауда жоғары тиімділік танытты. Терең оқыту әдістерін қолдану көрнекі ақпаратты талдау негізінде өртті анықтау процесін автоматтандыруға және жақсартуға мүмкіндік береді. Терең оқыту әдістерін дала өрттерін бақылау үшін (Бугеттая, 2021; Грари, 2022; Сейди, 2022) оларды жылдам анықтау және таралуын болдырмау үшін қолдануға болады. Қазіргі заманғы өртті анықтау

жүйелерінде көрнекі деректерді автоматты түрде талдауға және өрттің болуын анықтауға мүмкіндік беретін терең оқыту әдістері барған сайын маңызды рөл атқаруда. Терең оқыту - күрделі деректерді өңдеуге және жоғары деңгейлі мүмкіндіктерді шығаруға қабілетті терең нейрондық желілерді пайдалануға негізделген машиналық оқыту тәсілі.

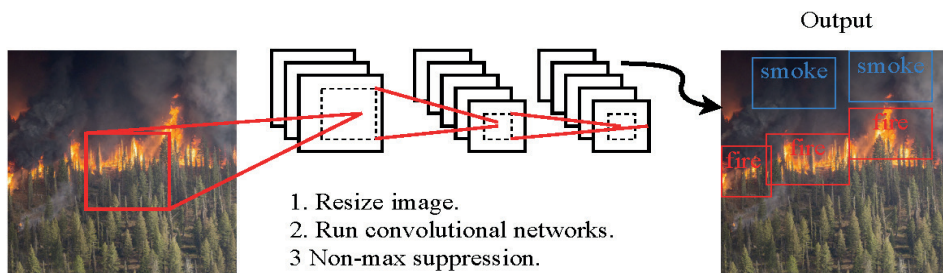
Өртті бақылауда қолдануға болатын кейбір терең оқыту әдістері. Тәсілдердің бірі – өрт пен түгінді анықтауға арналған спутниктік (Есенова, 2023) және FireWatch сенсорының кескіндерін жіктеу. Ол үшін кескіндерден мүмкіндіктерді автоматты түрде шығарып, (Есенова, 2023) оларды құрамында өрт бар немесе жоқ деп жіктей алатын конволюционды нейрондық желілер (CNNs) (Чжао, 2022) сияқты терең нейрондық желілерді пайдалануға болады. Тағы бір тәсіл – температура мен жарықтық сияқты өрттермен байланысты белгілерді анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін радиометриялық зондтау (RS) деректерін өңдеу. Бұл деректерді деректер реттілігін өңдейтін және өрттер туралы ақпаратты шығара алатын Fast Recurrent Neural Networks (Fast R-CNN) (Альмейда, 2022) сияқты терең нейрондық желілер (Есенова, 2022) арқылы өңдеуге болады. Үшінші тәсіл — өртті бақылаудың біріктірілген жүйесін жасау үшін қашықтықтан зондтау деректері (Чжэн, 2022), спутниктік деректер, UAV деректері және метеостанция деректері сияқты әртүрлі көздерден алынған деректерді біріктіру. Терең нейрондық желілер бұл деректерді нақты уақыт (Нараянан, 2019) режимінде өңдей алатын және өрттер туралы нақты уақытта ақпарат бере алатын талдау және жіктеу үшін пайдаланылуы мүмкін. Жалпы, тереңдетіп оқыту әдістері дала өрттерін бақылаудың тиімді құралы бола алады, бұл өртті тез анықтауға және оның таралуын болдырмауға көмектеседі, бұл өз кезегінде ормандарды және басқа да табиғи ресурстарды үнемдеуге мүмкіндік береді.

Өртті тану үшін терең оқыту алгоритмдерін пайдалану өртті дәл және тиімді анықтау қабілетіне байланысты барған сайын танымал бола бастады. Бірнеше зерттеулер YOLOv4, CNN және Fast R-CNN қоса, өртті тануға арналған терең оқытудың әртүрлі әдістерін зерттеді. Бу және басқалардың бір зерттеуі. (Пинкотт, 2022) өртті анықтау үшін YOLOv4 деп аталатын YOLOv3 жетілдірілген нұсқасын ұсынды. Олар жоғары дәлдік пен еске түсіру жылдамдығына қол жеткізіп, синтетикалық және нақты кескіндердің деректер жиынтығын пайдаланып модельді оқытты. Басқа зерттеуде Ахуя және т.б. (Бу, 2020) жылулық кескіндердің деректер жинағын пайдалана отырып, өртті тану үшін CNN негізіндегі модельді әзірледі. Модель басқа заманауи үлгілерден асып түсіп, 95 % дәлдікке қол жеткізді. Сонымен қатар, өртті анықтауға арналған сенсорға негізделген жүйе FireWatch пайдалану да зерттелді. Субашини мен Тирумалай (Ахуджа, 2022) жүргізген зерттеу өртті нақты уақытта анықтау үшін FireWatch қолданбасын қолданды және 98,2 % жоғары дәлдікке қол жеткізді.

Әдістер мен материалдар

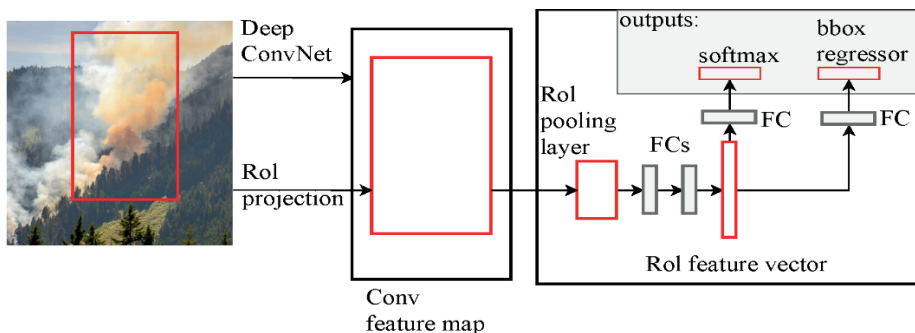
YOLOv4 кескіндеріндегі нысандарды анықтауға арналған заманауи алго-

ритмдердің бірі (You only Look once 4-нұсқа) жерсеріктерде және FireWatch сенсорынан алынған кескіндердегі табиғи өрттерді тану үшін пайдаланылуы мүмкін. Жақсартылған негізгі желі YOLOv4 кескіндерден мүмкіндіктерді алу үшін негізгі желі ретінде анағұрлым қуатты және терең конволюциялық нейрондық желілерді пайдаланады. YOLOv4 алгоритмі конволюционды нейрондық желілерге (CNN) негізделген және әртүрлі бөлшектер деңгейіндегі объектілерді тани алатын көп масштабты архитектураны (1-сурет) пайдаланады.



Сур. 1. YOLOv4 алгоритм архитектурасы
(Fig. 1. YOLOv4 algorithm architecture)

YOLOv4 алгоритмі көмегімен жерсеріктегі дала өрттерін және FireWatch сенсорынан алынған суреттерді тану процесі дала өрттерінің суреттері мен олардың сәйкес белгілерін, яғни өрт орналасқан аумақтың координаттарын қамтитын деректер жиынтығын қажет етеді. Сондай-ақ жағымсыз мысалдар жасау үшін отсыз суреттерді қосу пайдалы болуы мүмкін. Деректерді дайындаудан кейін YOLOv4 моделі кері таралу алгоритмі арқылы осы деректер жиынында оқытылды. Оқыту көп уақытты қажет етеді және графикалық өңдеу блоктары (GPU) сияқты өнімділігі жоғары жабдықты қажет етеді. Жаттығудан кейін модель оның дәлдігі мен өнімділігін анықтау үшін жаңа кескіндерде сынақтан өтті. Модельді сынау үшін өртті анықтайтын және өрт орналасқан аумақты және осы аймақта өрттің болу ықтималдығын көрсететін нәтижені алу үшін суреттер енгізілді.



Сур. 2. Fast R-CNN алгоритм архитектурасы
(Fig. 2. Fast R-CNN Algorithm Architecture)

Fast R-CNN терең оқыту алгоритмі кескіндердегі нысандарды анықтау үшін қолданылады. Ол спутниктегі және FireWatch сенсорынан алынған суреттердегі табиғи өрттерді тану үшін пайдаланылды. Fast R-CNN (Сурет 2) кескіндерден мүмкіндіктерді шығару үшін конволюционды нейрондық желілерді пайдаланады. Содан кейін бұл мүмкіндіктер суретте өрттің болуын анықтау үшін пайдаланылды. Өртті сенімді және дәл анықтауға қол жеткізу үшін әртүрлі деректерде және әртүрлі жағдайларда модельді сынау және растау кезінде жарықтандыру, көру бұрыштары, әртүрлі өрт түрлері және таңдалған YOLO өнімділігіне әсер еткен басқа факторлар сияқты факторлар үлгісі ескерілді.

Нәтижелер және оларды талқылау

Терең оқыту алгоритмдерін енгізу үшін 2022 жылдың күзінде өрт болған Қазақстан Республикасының Қостанай облысының жерсеріктік суреттері түсірілді. Жаттығу деректер жинағы Kaggle ор дерекқорынан алынған 23 912 алдын ала дайындалған кескін жиынын қамтиды. 3-суретте өрт белгілері бар және жоқ суреттер көрсетілген.



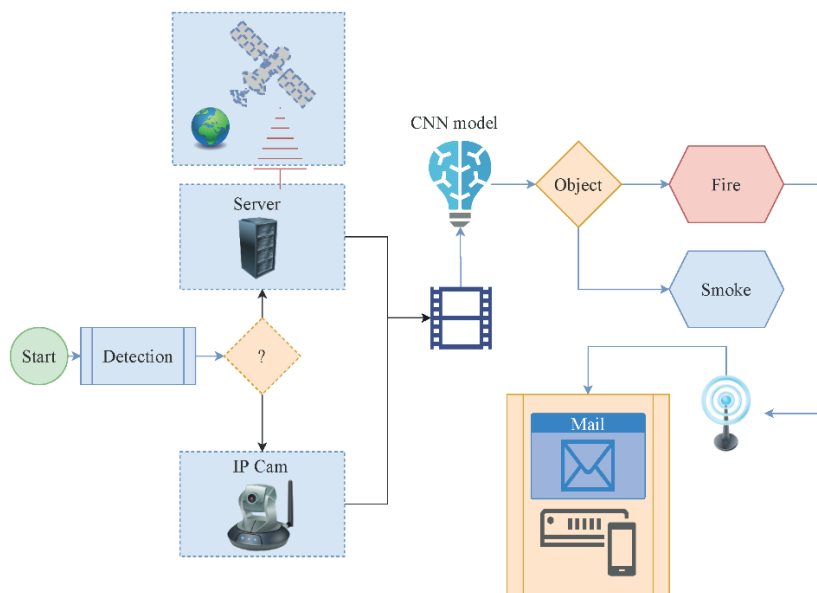
Сур. 3. Қалыпты және қалыпты емес кескіндер
(Fig. 3. Normal and abnormal images)

Бұл жұмыста спутниктік және ашық бастапқы суреттерде терең оқыту орындалды. Тәжірибе барысында алгоритмдер арқылы кескіндердегі аномальдық аймақтарды анықтау дәлдігі 1-кестеде көрсетілген. Суреттердегі өртті анықтаудың жоғары дәлдігі басқа алгоритмдермен салыстырғанда YoloV4 алгоритмімен көрсетілген.

Кесте 1. Терең оқыту алгоритмдерімен өртті анықтау дәлдігі мен оқу жылдамдығын анықтау

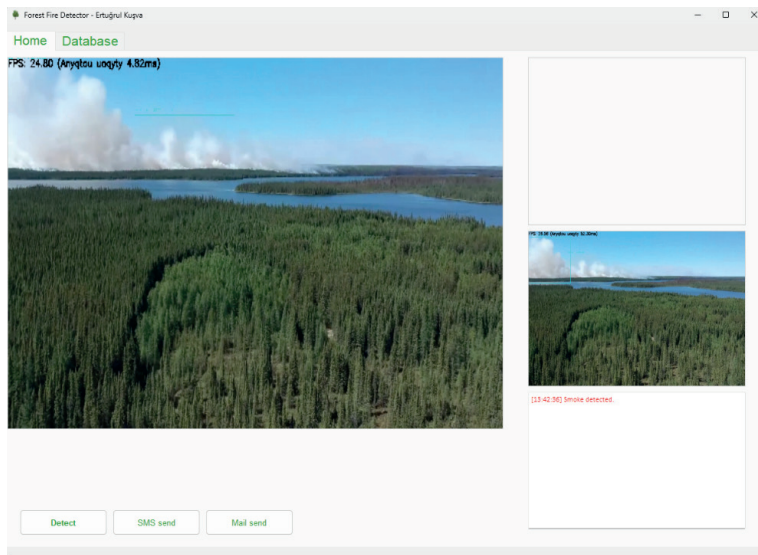
Map	YoloV4	SSD	Fast R-CNN
98,9 %	830–840	985–990	1000

YOLOv4 алгоритміне негізделген жасалған қолданбаның негізгі желісі GPU і an X жүйесінде пакеттік өңдеусіз 45 кадр/с жылдамдықта жұмыс істейді, ал жылдам нұсқасы 150 кадр/с жылдамдықта жұмыс істейді. Бұл нақты уақыттағы ағынды бейнені 25 миллисекундтан аз кідіріспен өңдеуге болатындығын білдіреді. Сонымен қатар, YOLO басқа нақты уақыттағы жүйелердің орташа дәлдігін екі еседен астам қамтамасыз етеді. YOLO болжам жасау арқылы кескін туралы ғаламдық деңгейде ойлайды. Жылжымалы терезеге және аймақтарды ұсынуға негізделген әдістерден айырмашылығы, YOLO оқу және тестілеу кезінде бүкіл кескінді көреді, сондықтан ол сыныптар туралы контекстік ақпаратты, сондай-ақ олардың сыртқы түрін жасырын түрде кодтайды. 4-суретте YOLOv4 негізіндегі автоматтандырылған өртті анықтау алгоритмінің құрылымы көрсетілген.



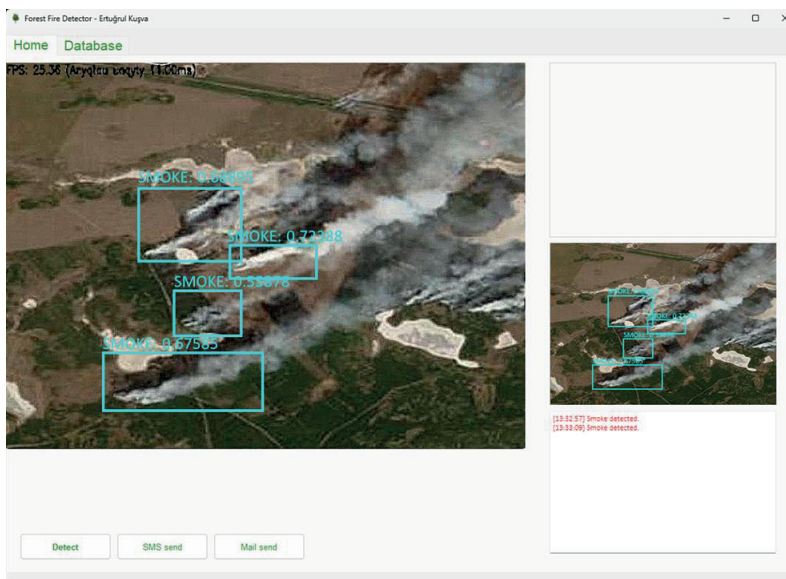
Сур. 4. Автоматтандырылған алгоритмнің құрылымы
(Fig. 4. The structure of the automated algorithm)

5-суретте бейне өрт түтінін анықтауға арналған YOLOv4 алгоритмінің нәтижесі көрсетілген. Алгоритм бейне ағынын нақты уақыт режимінде өңдей алады және суреттерде түтін бар аймақтарды ерекшелей алады. Модель түтін кескіндері бар және онсыз үлкен деректер жиынында оқытылды.

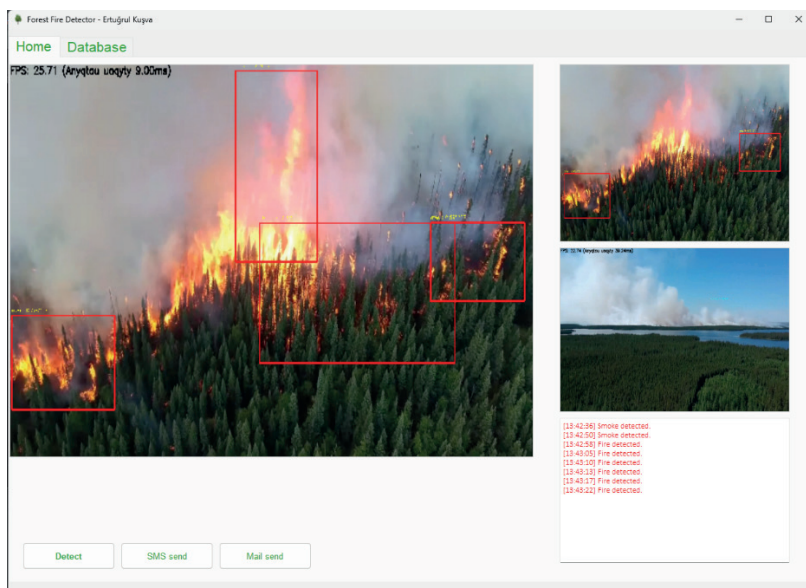


Сур. 5. Өрт түтінін нақты уақытта анықтау
(Fig. 5. Real-time detection of fire smoke)

Суретте. 6 кірістірілген YOLOv4 алгоритмін көрсетеді. Ғарыштық суреттерден өртті анықтау мәселесі үшін оқу нәтижелері б(а) суретте және нақты уақыттағы оқу нәтижелері б(б) суретте көрсетілген. Бұл тәсіл кескінді өңдеудің жоғары дәлдігі мен жылдамдығын көрсетті. Дегенмен, кемшілігі модельді оқытудың күрделілігі және модельді үйрету үшін таңбаланған деректердің үлкен көлемінің қажеттілігі болуы мүмкін.



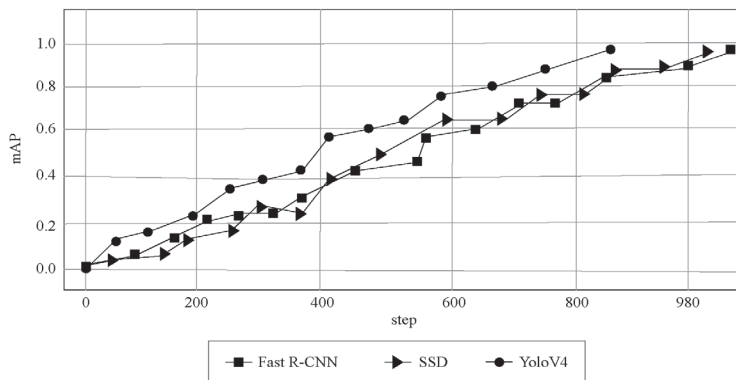
(a)



(б)

Сур. 6. Өрт пен түтінді анықтау: спутниктік суреттерде (а), нақты уақыттағы суреттен (б)
 (Fig. 6. Fire and smoke detection: on satellite images (a), from real-time image (b))

Төмендегі 7-суретте әрбір модель үшін өрт пен түтінді анықтау бойынша оқыту нәтижелерінің дәлдігі график түрінде көрсетілген. YOLOv4 алгоритмі осы зерттеуде қарастырылған терең оқыту алгоритмдерінің ішіндегі ең тиімдісі болып шықты. Зерттеу нәтижесінде YOLOv4 суреттердегі өрт пен түтінді қысқа мерзімде, тіпті объектілер қозғалыста немесе жарық аз жағдайда да тиімді анықтай алады. Эксперимент барысында спутниктік суреттер мен FireWatch сенсорынан алынған суреттерден өрттерді анықтау оның артықшылықтары мен кемшіліктерін көрсетті. Өртті анықтаған кезде спутниктік түсірілімнің артықшылығы үлкен аумақтарды қамту мүмкіндігі болып табылады, бұл шалғай және жету қиын аумақтардағы өрттерді жылдам анықтауға және терең оқытуды үйрету үшін пайдаланылған көптеген деректерді алуға мүмкіндік береді. Өртті дәлірек тануға арналған алгоритмдер. Ал өртті анықтау кезіндегі спутниктік түсірілімдердің кемшіліктері белгілі бір уақыт аралықтарында ғана қолжетімділік болып табылады, бұл өртті жылдам анықтауды қиындатады. Кейбір өрт түрлерін спутниктен түсірілген суреттерде тану қиын болуы мүмкін, мысалы, тез сөнетін шағын өрттер немесе тығыз өсімдіктерде пайда болатын өрттер. Тағы бір кемшілігі спутниктік түсірілімдер көлемді болуы мүмкін және өрт туралы пайдалы ақпарат беру үшін өңдеу мен талдауды қажет етеді. Бұл көп уақытты қажет етеді және қосымша күш жұмсауды қажет етеді.



Сур. 7. Алгоритмді оқыту графигі
(Fig. 7. Algorithm training schedule)

Төмендегі 7-суретте әрбір модель үшін өрт пен түтінді анықтау бойынша оқыту нәтижелерінің дәлдігі график түрінде көрсетілген. YOLOv4 алгоритмі осы зерттеуде қарастырылған терең оқыту алгоритмдерінің ішіндегі ең тиімдісі болып шықты. Зерттеу нәтижесінде YOLOv4 суреттердегі өрт пен түтінді қысқа мерзімде, тіпті объектілер қозғалыста немесе жарық аз жағдайда да тиімді анықтай алады. Эксперимент барысында спутниктік суреттер мен FireWatch сенсорынан алынған суреттерден өрттерді анықтау оның артықшылықтары мен кемшіліктерін көрсетті. Өртті анықтаған кезде спутниктік түсірілімнің артықшылығы үлкен аумақтарды қамту мүмкіндігі болып табылады, бұл шалғай және жету қиын аумақтардағы өрттерді жылдам анықтауға және терең оқытуды үйрету үшін пайдаланылған көптеген деректерді алуға мүмкіндік береді. өртті дәлірек тануға арналған алгоритмдер. Ал өртті анықтау кезіндегі спутниктік түсірілімдердің кемшіліктері белгілі бір уақыт аралықтарында ғана қолжетімділік болып табылады, бұл өртті жылдам анықтауды қиындатады. Кейбір өрт түрлерін спутниктен түсірілген суреттерде тану қиын болуы мүмкін, мысалы, тез сөнетін шағын өрттер немесе тығыз өсімдіктерде пайда болатын өрттер. Тағы бір кемшілігі спутниктік түсірілімдер көлемді болуы мүмкін және өрт туралы пайдалы ақпарат беру үшін өңдеу мен талдауды қажет етеді. Бұл көп уақытты қажет етеді және қосымша күш жұмсауды қажет етеді.

FireWatch сенсорынан суреттердегі өртті анықтаған кезде артықшылықтар температураның өзгеруіне жоғары сезімталдық болып табылады, бұл тіпті кішкентай өрттерді анықтауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, ықтимал қауіптерге тез жауап беруге мүмкіндік беретін өртті лезде анықтау. FireWatch сенсорының тағы бір артықшылығы - жалған дабылдардың төмен ықтималдығы және жұмыс істеу сенімділігі. Эксперимент барысында FireWatch сенсорынан алынған суреттердегі өртті анықтау кезінде тек сенсордың жанында орналасқан өрттерді анықтау, кейбір жағдайларда оны пайдалануды шектейтін FireWatch

сенсорының қымбаттығы сияқты кемшіліктер анықталды. Тағы бір кемшілігі FireWatch сенсоры өрттің орнын анықтау және тарату үшін пайдалы болатын оптикалық ақпаратты пайдаланбайды.

Қорытынды

Нәтижесінде терең оқытуды пайдалана отырып, көрсетілген нысан деректерін танудың 3 негізгі әдісі қарастырылды, бұл Yolov4, SSD және Fast R-CNN. Осылайша, YOLOv4, SSD және Fast R-CNN алгоритмдері спутниктегі орман өрттерін және FireWatch сенсорынан алынған суреттерді танудың тиімді құралы болып шықты. Ал спутниктік суреттер мен сенсордан алынған суреттердегі өртті анықтау кезінде қол жеткізілген нәтижелерге сәйкес, Yolov4 әдісі ең жылдам — нақты уақыттағы объектіні анықтау болып шықты. Бұл мақалада зерттеу CNN өрт пен түтінді анықтау тапсырмасында жоғары дәлдік көрсететінін көрсетті. Осы жұмыстың нәтижесінде 2562 кескінді қамтитын деректер жиыны пайдаланылды, соның ішінде өрттер, түтін және жағымсыз кескіндер. YOLOv4 конволюциялық нейрондық желіні пайдалану 98,9 % дәлдікке қол жеткізуге мүмкіндік берді. Ол нақты уақыт режимінде өртті тез және дәл анықтау үшін қолданылды, бұл өрттің тез таралуын болдырмайды және табиғи ресурстарды қорғайды.

ӘДЕБИЕТТЕР

Дж.С. Альмейда, К. Хуан, Ф.Г. Ногуэйра, С. Бхатия және де В.Х.С. Альбукерке (2022). "EdgeFireSmoke: CNN-дің нақты уақыттағы өрттің түтінін анықтауға арналған жаңа жеңіл моделі", *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, т.б. — 18. — № 11. — 7889–7898 б. — 2022. DOI: 10.1109/TII.2021.3138752.

Р. Ахужа және С.С. Шарма (2022). "Сарказм мен иронияны анықтау үшін CNN моделі арқылы трансформаторға негізделген сөздерді ендіру", *Arabian Journal for Science and Engineering*, — 1 том. 47. — № 8. — 9379–9392. — 2022. DOI: 10.1007/s13369-021-06193-3.

Бугеттая А., Х. Зарзур, А.М. Таберкит және А. Кечиди (2022). "Терең оқытуға негізделген компьютерлік көру алгоритмдерін қолдана отырып, ұшқышсыз ұшу аппараттарынан орман өрттерін ерте анықтауға шолу", *Сигналдарды өңдеу*. — 1 том. — 190. — 2022. DOI: 10.1016/j.sigpro.2021.108309.

Д. Ву, С. Лв, М. Цзян және Х. Сонг (2020). "Табиғи жағдайда нақты уақыт режимінде алма гүлдерін дәл анықтау үшін арналарды кесуге негізделген Yolo v4 терең оқыту алгоритмін қолдану", *Ауыл шаруашылығындағы Компьютерлер мен электроника*. — 1 том. — 178. — 2020. DOI: 10.1016/j.compag.2020.105742.

М. Гари, И. Идриси, М. Букабус, О. Муссауи, М. Азизи және М. Муссауи (2022). "Тұман/заттар интернетінің шекарасы қабаттарында орналастырылған Машиналық оқыту моделін қолдана отырып, орман өрттерін ерте анықтау", *Үндістан Джей Электр. Анг. Есептеу. Sci.* — Том. 27. — № 2. — 1062–1073 б. — 2022. DOI: 10.11591/ijeecs.v27.i2. — 1062–1073 б.

М. Есенова, Г. Абдикеримова, Ж. Садирмекова және М. Карипола, Г. Мұхамедрахимова (2023). "Ауыл шаруашылығы дақылдарының өсу ерекшеліктері және олардың өсуіне теріс әсер ететін факторлар", *Индонезия Электротехника және информатика журналы*. — Том. 30. — № 1. — 625–632 б. — 2023. DOI: 10.11591/ijeecs.v30.i1.6625-632.

М. Есенова, Г. Абдикеримова, Н. Байтемирова, Г. Мұхамедрахимова, К. Мұхамедрахимов, З. Саттыбаева, И. Салгожа, А. Ержанова (2022). "Аэрофотосуреттерде бидайдың өсуіне теріс әсер ететін факторларды анықтау үшін ақпараттық текстуралық белгілердің қолданылуы", *Шығыс Еуропалық корпоративтік технологиялар журналы*. — Т 1. — 2. — № 118. — 51–58 б. — 2022. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263433.

М. Есенова, Г. Абдикеримова, Г. Мурзабекова және Ж. Садирмекова, Р. Ниязова (2023). "Ғарыштық бейнелерді өңдеу үшін ақпараттық текстуралық заңдарды жасыру әдістерін қолдану", халықаралық Электротехника және есептеу техникасы журналы. — Т 1. — 13. — № 4. — 4557–4566 б. — 2023. DOI: 10.11591/ijecc.v13i4.64557-4566.

С. Нараянан және В. Тирумалай (2019). "церебральды қозғалысты болжау және оқыту бақылауына қосқан үлесі", физиологиядағы қазіргі көзқарас т.б. — 8. — 146–151 б. — 2019. DOI: 10.1016/j.cophys.2019.01.011.

Дж. Пинкотт, П.В. Тянь, С. Вэй және Дж. Кайзер Калаутит (2022). "Үй ішіндегі өрт пен түгінді анықтауға арналған көзқарасқа негізделген деректерді беруді оқыту тәсілін әзірлеу және бағалау", инженерлік зерттеулер және құрылыс қызметтері технологиясы. — Т 1. — 43. — № 3. — 319–332 б. — 2022. DOI: 10.1177/01436244221089445.

З. Хао, Б. Чжан, Д. Мао, Дж. Йен, З. Чжао, М. Цзо және К. З. Сю (2023). "пайдалану мүмкіндігін жақсарту үшін ақылды келісімшарт кодының шаблондарын жасау үшін LSTM-RNN қолданатын жаңа әдіс", мультимедиялық құралдар мен қосымшалар. — 2023 ж. DOI: 10.1007/s11042-023-14592.

С. Т. Сейди, М. Хасанлу және Дж. Шануссо (2022). «Burnt-Net: Sentinel-2 деректерін және терең оқыту морфологиялық нейрондық желісін пайдалана отырып, өртенген орман өрттерін картаға түсіру», экологиялық көрсеткіштер. — Т.1. — 140. — 2022. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.108999.

Ю. Сан және Дж. Фенг (2023). "Зейін механизмі мен байланыссыз механизмге негізделген өрт пен түгінді дәл анықтау әдісі", Complex & Intelligent Systems — 2023. DOI: 10.1007/s40747-023-00999-4.

З. Чжоу, М. Лю, В. Дэн, Ю. Ванг және З. Чжу (2022). "конволюциялық нейрондық желіге және оңтайландырылған, реттелген экстремалды оқыту машинасына негізделген киім суреттерін жіктеу алгоритмі", Textile Research Journal, т.б. — 92. — № 23. — 5106–5124 б. — 2022. DOI: 10.1177/00405175221115472.

Х. Чжэн, Ф. Чен, Л. Лу, П. Ченг және Ю. Хуан (2022). "Терең конволюциялық нейрондық желіге негізделген нақты уақыттағы толыққанды орман өрттерінен түгінді анықтау", қашықтықтан зондтау. — Т. 1. — 14. — № 3. — 2022. DOI: 10.3390/rs14030536.

Л. Чжао, Дж. Лю, С. Питерс, Дж. Ли, С. Оливер және Н. Мюллер (2022). "CNN жеңіл моделін қолдана отырып, Landsat суреттерінен өрт кезінде ИҚ диапазонын қолданудың түгінді ерте анықтауға әсерін зерттеу", қашықтан сезу, т.б. — 14. — № 13. — 2022. DOI: 10.3390/rs14133047.

REFERENCES

J.S. Almeida, C. Huang, F.G. Nogueira, S. Bhatia, and de V.H.C. Albuquerque (2022). "EdgeFireSmoke: A Novel Lightweight CNN Model for Real-Time Video Fire–Smoke Detection," IEEE Transactions on Industrial Informatics. — Vol. 18. — № 11. — Pp. 7889–7898. — 2022. DOI: 10.1109/TII.2021.3138752.

R. Ahuja and S.C. Sharma (2022). "Transformer-based word embedding with CNN model to detect sarcasm and irony," Arabian Journal for Science and Engineering. — Vol. 47. — № 8. — Pp. 9379–9392. — 2022. DOI: 10.1007/s13369-021-06193-3.

A. Bouguettaya, H. Zarzour, A.M. Taberkit, and A. Kechida (2022). "A review on early wildfire detection from unmanned aerial vehicles using deep learning-based computer vision algorithms," Signal Processing. — Vol. —190. — 2022. DOI: 10.1016/j.sigpro.2021.108309.

M. Grari, I. Idrissi, M. Boukabous, O. Moussaoui, M. Azizi, and M. Moussaoui (2022). "Early wildfire detection using machine learning model deployed in the fog/edge layers of IoT," Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci., — Vol. 27. — № 2. — Pp. 1062–1073. — 2022. DOI: 10.11591/ijecc.v27.i2. — Pp. 1062–1073.

S.T. Seydi, M. Hasanlou and J. Chanussot (2022). "Burnt-Net: Wildfire burned area mapping with single post-fire Sentinel-2 data and deep learning morphological neural network," Ecological Indicators. — Vol. 140. — 2022. DOI: 10.1016/j.ecolind.2022.108999.

M. Yessenova, G. Abdikerimova, Z. Sadirmekova and M. Karipola, G. Mukhamedrakhimova (2023). "Features of growth of agricultural crops and factors negatively affecting their growth," Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science. — Vol. 30. — № 1. — Pp. 625–632. — 2023. DOI: [10.11591/ijeecs.v30.i1](https://doi.org/10.11591/ijeecs.v30.i1). — Pp. 625–632.

M. Yessenova, G. Abdikerimova, G. Murzabekova, and Z. Sadirmekova, R. Niyazova (2023). "Application of informative textural Law's masks methods for processing space images," International Journal of Electrical and Computer Engineering. — Vol. 13. — № 4. — Pp. 4557–4566. — 2023. DOI: [10.11591/ijece.v13i4](https://doi.org/10.11591/ijece.v13i4). — Pp. 4557–4566.

L. Zhao, J. Liu, S. Peters, J. Li, S. Oliver and N. Mueller (2022). "Investigating the Impact of Using IR Bands on Early Fire Smoke Detection from Landsat Imagery with a Lightweight CNN Model," Remote Sensing. — Vol. 14. — № 13. — 2022. DOI: [10.3390/rs14133047](https://doi.org/10.3390/rs14133047).

M. Yessenova, G. Abdikerimova, T. Ayazbaev, G. Murzabekova, A. Ismailova, Z. Beldeubayeva, and A. Mukhanova, "The effectiveness of methods and algorithms for detecting and isolating factors that negatively affect the growth of crops," International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). — Vol. 13. — № 2. — Pp. 1669–1679. — 2023. DOI: [10.11591/ijece.v13i2](https://doi.org/10.11591/ijece.v13i2). — Pp. 1669–1679.

X. Zheng, F. Chen, L. Lou, P. Cheng, and Y. Huang (2022). "Real-Time Detection of Full-Scale Forest Fire Smoke Based on Deep Convolution Neural Network," Remote Sensing. — Vol. 14. — № 3. — 2022. DOI: [10.3390/rs14030536](https://doi.org/10.3390/rs14030536).

Z. Zhou, M. Liu, W. Deng, Y. Wang, and Z. Zhu (2022). "Clothing image classification algorithm based on convolutional neural network and optimized regularized extreme learning machine," Textile Research Journal. — Vol. 92. — № 23. — Pp. 5106–5124, — 2022. DOI: [10.1177/00405175221115472](https://doi.org/10.1177/00405175221115472).

J. Pincott, P.W. Tien, S. Wei, and J. Kaiser Calautit (2022). "Development and evaluation of a vision-based transfer learning approach for indoor fire and smoke detection," Building Services Engineering Research and Technology. — Vol. 43. — №. 3. — Pp. 319–332, — 2022. DOI: [10.1177/01436244221089445](https://doi.org/10.1177/01436244221089445).

S. Narayanan, and V. Thirumalai (2019). "Contributions of the cerebellum for predictive and instructional control of movement," Current opinion in physiology. — Vol. 8. — Pp. 146–151. — 2019. DOI: [10.1016/j.cophys.2019.01.011](https://doi.org/10.1016/j.cophys.2019.01.011).

Z. Hao, B. Zhang, D. Mao, J. Yen, Z. Zhao, M. Zuo, and C. Z. Xu (2023). "A novel method using LSTM-RNN to generate smart contracts code templates for improved usability," Multimedia Tools and Applications, — 2023. DOI: [10.1007/s11042-023-14592-x](https://doi.org/10.1007/s11042-023-14592-x).

Y. Sun, and J. Feng (2023). "Fire and smoke precise detection method based on the attention mechanism and anchor-free mechanism," Complex & Intelligent Systems. — 2023. DOI: [10.1007/s40747-023-00999-4](https://doi.org/10.1007/s40747-023-00999-4).

D. Wu, S. Lv, M. Jiang, and H. Song (2020). "Using channel pruning-based YOLO v4 deep learning algorithm for the real-time and accurate detection of apple flowers in natural environments," Computers and Electronics in Agriculture. — Vol. 178. — 2020. DOI: [10.1016/j.compag.2020.105742](https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105742).

УДК 004.358

МРПТИ 20.23.25:

© **K.M. Aldabergenova^{1*}, M.ZH. Zhasuzakova², M.Zh. Aitimov³,
N.T. Mustafaeva⁴, K.K. Daurenbekov⁴, 2023**

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

²ATU named after Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan;

³Branch of the Academy of Public Administration under the President of the
Republic of Kazakhstan in the Kyzylorda region, Kyzylorda, Kazakhstan;

⁴Kazakh Agrotechnical Research University named after S. Seifullin., Kazakhstan.

E-mail: *kamar_sulu_9028@mail.ru*

DIGITALIZATION OF AGRICULTURE: OPPORTUNITIES AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT

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>;

M.ZH. ZHasuzakova — ATU named after Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: *zhasuzakova.m@mail.ru*, <https://orcid.org/0000-0001-7510-5948>;

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>. Scopus Author ID: 56149456400. ID: P-4868-2017;

Mustafayeva Nagima Tairovna — senior lecturer of the Department of Information Systems, Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, Astana, Kazakhstan

E-mail: *nagima80@mail.ru*, <https://orcid.org/0000-0001-8622-7748>;

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>. Scopus Author ID: 57723380100. ID: P-8920-2017.

Abstract. In this article we determine the current level of digitalization of agriculture. The indicators of digitalization of agriculture are analyzed, the advantages and problems of digitalization are shown, and prospects for the further development of digital technologies in agriculture are determined, including the highest priority areas of scientific research in this area. Detailed information was provided on the need and economic significance of digitalization of agriculture.

As a result of the study, a number of conclusions were made about the current level of digital development of agriculture. The use of digital technologies in the agro-industrial complex of Kazakhstan is a competitive advantage both in the development of the production process of an agricultural enterprise and in increasing the efficiency of management of the agro-industrial complex. At the same time, with the help of digital transformation of Agriculture in Kazakhstan, the industry is transforming into high-tech and competitive not only at the national level, but also in international capital markets. The seasonality of agricultural production is a factor that inhibits the development of the industry. In addition, the digitalization of the agro-industrial complex allows not only to increase the efficiency of management and production processes, but also to create conditions for the functioning of new economic models using modern technologies. The development of Information Technologies has a significant impact on all sectors of the agro-industrial complex: production, trade, finance, etc. currently, the term «electronic agriculture» is being actively introduced in the agricultural sector, which is interpreted as «digital (electronic) agriculture». The term was coined by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and is considered as a new field of activity aimed at improving the development of Agriculture and rural areas by improving information and communication processes.

Keywords: digitalization, digitalization of agriculture, agriculture, decision-making algorithm, traditional and digital production, artificial intelligence, Blockchain, Robotics, Drones, Nanotechnology

© К.М. Алдабергенова^{1*}, М.Ж. Жасұзақова², М.Ж. Айтимов³,
Н.Т. Мұстафаева⁴, К.К. Дауренбеков⁴, 2023

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

²Алматы технологиялық университеті АТУ, Алматы, Қазақстан;

³ҚР Президентінің жанындағы Мемлекеттік басқару академиясының
Қызылорда облысы бойынша филиалы, Қызылорда, Қазақстан;

⁴С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан.

E-mail: kamar_sulu_9028@mail.ru

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ЦИФРЛАНДЫРУ: ДАМУ МҮМКІНДІКТЕРІ МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

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>;

Жасұзақова Мейрамкүл Жасұзаққызы — техника ғылымдары бойынша PhD, Алматы технологиялық университеті АТУ Алматы, Қазақстан
E-mail: zhasuzakova.m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7510-5948>;

Айтимов Мурат Жолдасбекович — PhD, Қазақстан Республикасы Президентінің жанындағы

Мемлекеттік басқару академиясының Қызылорда облысы бойынша филиалының директоры
E-mail: aitimovmurat07@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>. Scopus Author ID: 56149456400. ID: P-4868-2017;

Мұстафаева Нағима Таировна — Ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық Университет, Астана, Қазақстан
E-mail: nagima80@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8622-7748>;

Дауренбеков Куаныш Койшыгулович — 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>; Scopus Author ID: 57723380100; ID: P-8920-2017.

Аннотация. Мақалада ауыл шаруашылығын цифрландырудың ағымдағы деңгейін анықтау. Ауыл шаруашылығын цифрландыру көрсеткіштеріне талдау жүргізілді және цифрландырудың артықшылықтары мен мәселелері көрсетілді, сондай-ақ ауыл шаруашылығы үшін цифрлық технологияларды одан әрі дамыту перспективалары айқындалды, оның ішінде осы сала шеңберінде ғылыми зерттеулердің неғұрлым басым бағыттары ұсынылды. Ауыл шаруашылығының цифрландырудың қажеттілігі мен экономикалық мәні туралы толық ақпарат көрсетілді. Зерттеу нәтижесінде ауыл шаруашылығының цифрлық дамуының ағымдағы деңгейі туралы бірқатар қорытындылар жасалды. Қазақстанның агроөнеркәсіптік кешенінде цифрлық технологияларды пайдалану ауылшаруашылық кәсіпорнының өндірістік процесін дамытуда да, агроөнеркәсіптік кешенді басқарудың тиімділігін арттыруда да бәсекелестік артықшылық болып табылады. Сонымен бірге, Қазақстандағы ауыл шаруашылығының цифрлық трансформациясының көмегімен сала тек ұлттық деңгейде ғана емес, сонымен қатар халықаралық капитал нарықтарында да жоғары технологиялық және бәсекеге қабілетті болып өзгеруде. Ауыл шаруашылығы өндірісінің маусымдылығы саланың дамуын тежейтін фактор болып табылады. Сонымен қатар, агроөнеркәсіптік кешенді цифрландыру басқару мен өндірістік процестердің тиімділігін арттырып қана қоймай, қазіргі заманғы технологияларды қолдана отырып, жаңа экономикалық модельдердің жұмыс істеуі үшін жағдай жасауға мүмкіндік береді. Ақпараттық технологиялардың дамуы агроөнеркәсіптік кешеннің барлық салаларына айтарлықтай әсер етеді: өндіріс, сауда, қаржы және т.б. Қазіргі уақытта ауыл шаруашылығы саласында «цифрлық (электрондық) ауыл шаруашылығы» ретінде түсіндірілетін «электрондық ауыл шаруашылығы» термині белсенді түрде енгізілуде. Бұл терминді Біріккен Ұлттар Ұйымының Азық-түлік және ауылшаруашылық ұйымы (FAO) енгізді және ақпараттық-коммуникациялық процестерді жетілдіру арқылы ауыл шаруашылығы мен ауылдық жерлердің дамуын жақсартуға бағытталған жаңа қызмет саласы ретінде қарастырылады.

Түйін сөздер: цифрландыру, ауыл шаруашылығын цифрландыру, ауыл шаруашылығы, шешімдерін қабылдау алгоритмі, дәстүрлі және цифрлық өндіріс, жасанды интеллект, Блокчейн, Робототехника, Дрондар, Нанотехнология

© К.М. Алдабергенова^{1*}, М.Ж. Жасузакова², М.Ж. Айтимов³,
Н.Т. Мустафаева⁴, К.К. Дауренбеков⁴, 2023

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

²Алматинский технологический университет АТУ, Алматы, Казахстан;

³Филиал Академии государственного управления при Президенте
Республики Казахстан по Кызылординской области, Кызылорда, Казахстан;

⁴Казахский агротехнический исследовательский университет имени
С. Сейфуллина, Астана, Казахстан.
E-mail: [kamar_sulu_9028@mail.ru](mailto: kamar_sulu_9028@mail.ru)

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

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

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

Жасузакова Мейрамкул Жасузаковна — PhD, Алматинский технологический университет АТУ, Алматы, Казахстан

E-mail: [zhasuzakova.m@mail.ru](mailto: zhasuzakova.m@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-7510-5948>;

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

E-mail: [aitimovmurat07@gmail.com](mailto: aitimovmurat07@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>. Scopus Author ID: 56149456400. ID: P-4868-2017;

Мустафаева Нагима Таировна — старший преподаватель кафедры Информационные системы, Казахский агротехнический Университет имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

E-mail: [nagima80@mail.ru](mailto: nagima80@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-8622-7748>;

Дауренбеков Куаныш Койшыгулович — кандидат технических наук, директор департамента по студенческим вопросам Казахского агротехнического исследовательского университета имени С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

E-mail: [dkuankaz@gmail.com](mailto: dkuankaz@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-9083-4150>. ID: 57723380100. ID: P-8920-2017.

Аннотация. В статье определяется текущий уровень цифровизации сельского хозяйства. Автоами были проанализированы показатели цифровизации сельского хозяйства, показаны преимущества и проблемы цифровизации, а также определены перспективы дальнейшего развития цифровых технологий в сельском хозяйстве, включая наиболее приоритетные направления научных исследований в этой области. Была представлена подробная информация о необходимости и экономической значимости цифровизации сельского хозяйства. В результате исследования был сделан ряд выводов о современном уровне цифрового развития сельского хозяйства. Использование цифровых технологий в агропромышленном комплексе Казахстана является конкурентным преимуществом как в развитии производственного процесса сельскохозяйственного предприятия, так и в повышении эффективности

управления агропромышленным комплексом. Вместе с тем, с помощью цифровой трансформации сельского хозяйства в Казахстане отрасль трансформируется в высокотехнологичную и конкурентоспособную не только на национальном уровне, но и на международных рынках капитала. Сезонность сельскохозяйственного производства является сдерживающим фактором развития отрасли. Цифровизация агропромышленного комплекса позволит не только повысить эффективность управления и производственных процессов, но и создать условия для функционирования новых экономических моделей с применением современных технологий. Развитие информационных технологий оказывает существенное влияние на все сферы агропромышленного комплекса: производство, торговлю, финансы и т.д. В настоящее время в сфере сельского хозяйства активно внедряется термин «электронное сельское хозяйство», который трактуется как «цифровое (электронное) сельское хозяйство». Этот термин был введен Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (FAO) и считается новой сферой деятельности, направленной на улучшение развития сельского хозяйства и сельских территорий путем совершенствования информационных и коммуникационных процессов.

Ключевые слова: цифровизация, цифровизация сельского хозяйства, сельское хозяйство, алгоритм принятия решений, традиционное и цифровое производство, искусственный интеллект, блокчейн, робототехника, дроны, нанотехнологии

Кіріспе

Сарапшылар қазірдің өзінде ауыл шаруашылығын цифрландыруды «Төртінші өнеркәсіптік революция» немесе «цифрлық ауылшаруашылық революциясы» деп атайды, бұл ауыл шаруашылығының планета халқының қажеттіліктеріне сәйкес келуіне көмектесетін ең жаңа өзгеріс болады. Сонымен, цифрландыру ауылшаруашылық процестеріне қалай әсер ететінін және оның қандай артықшылықтар беретінін білейік. Соңғы онжылдықта технологияны пайдалану фермерлерге өнімділікті айтарлықтай арттыруға мүмкіндік берді, бірақ ауыл шаруашылығындағы өмірлік процестер әлі де Автоматтандыру және цифрландыру арқылы оңтайландыруды қажет етеді. Цифрландыру агрозық-түлік тізбегінің әрбір сегментін өзгертеді. Бүкіл жүйеде ресурстарды басқаруды жоғары оңтайландырылған, жеке, интеллектуалды және болжамды ету маңызды. Деректерге негізделген, ол нақты уақыт режимінде гипер байланыспен жұмыс істеуі керек. Бүгінгі таңда әр ел бүкіл экономика үшін локомотив бола алатын ең жаңа цифрлық технологияларды құруға ұмтылуда. Қазіргі уақытта «Цифрлық жарыста» АҚШ пен Қытай көшбасшы болып табылады. Экономиканың тірегі саналатын агроөнеркәсіп кешенін цифрландыру арқылы ел табысын еселей түсу — маңызды міндет. Себебі бүгінде көптеген дамыған елдер бұл салада әлдеқайда алға озып, цифрлы технологияның игілігін барынша көріп отыр. Бірақ біздің

елде бұл саланы цифрландыру әлі де кемшін. Әсіресе ең байлығымыз — ауылшаруашылық жерлерін өз деңгейінде игере алмай отырғанымыз рас. Сондықтан бұл бағытқа барынша көңіл бөліп, арнайы цифрландыру бағдарламасын қабылдаудың мәні зор. Агроөнеркәсіп — қай елдің болмасын экономикалық драйвері. Ол ел экономикасының өсіміне септігін тигізіп қана қоймай, елдегі жалпы ішкі өнімнің негізін құрайтын сала. Аграрлы саланы дамыту, оны цифрландыру (Мочунова, 2020), үлкен маңызға ие.

Ауыл шаруашылығын цифрландырудың артықшылықтары:

1. Жұмыстың өнімділігі мен тиімділігін арттыру;
2. Нақты аналитика және тәуекелдерді басқару;
3. Өндірілетін өнімнің, егіннің сапасы мен санын жақсарту;
4. Тұрақты даму және экологияға зиянды азайту;
5. Қол еңбегін жеңілдету және адам факторынан болатын тәуекелдерді азайту.

Мәселелер:

1. Ауыл шаруашылығына цифрлық технологияларды енгізудің жоғары шығындары;
2. Білікті мамандардың болмауы;
3. Жұмыс орындарын қысқарту.

БҰҰ (FAO) Азық-түлік және ауылшаруашылық ұйымы 2022–2027 жылдар аралығында цифрлық ауыл шаруашылығының әлемдік нарығы орта есеппен 11,3 % – ға өседі деп болжайды.

Солтүстік Америка. АҚШ пен Канадада дақылдарды бақылау үшін ақпараттық технологияларды қолдану кең таралған. Фермерлер дақылдардың жай-күйі мен өнімділігін оңтайландыру үшін спутниктік суреттерді, ұшқышсыз ұшу аппараттарын және аналитикалық деректерді пайдаланады. Бұл мемлекеттерде цифрландыруды енгізу деңгейі 30–50 % - ға бағаланады, ал дәл егіншілік әдістерін қолдану деңгейі 60–80 % - ға жетеді.

Еуропа. Еуропалық ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілер де егін мониторингі жүйесін енгізуде. Бұл салада Нидерланды, Германия, Швейцария және Ұлыбритания көш бастап тұр. Батыс Еуропада барлық тыңайтқыштар мен өсімдіктерді бүрку машиналарының 70% - ы дәл егіншілік технологиясымен жабдықталған.

Азия-Тынық мұхиты аймағы. Австралия, Жаңа Зеландия және Жапония ауыл шаруашылығында жоғары пайдалану деңгейіне ие, ал оңтүстік-шығыс Азия елдері технологиялар мен инфрақұрылымға қол жетімділігі шектеулі. Мысалы, Қытайда дақылдарды өсіру мен жинауды автоматтандыру экспоненциалды түрде 2003 жылғы 32,5 % - дан қазіргі уақытта 70,0 % - ға дейін өсті.

Латын Америкасы. Латын Америкасында дақылдарды бақылау жүйелерін енгізудің өсуі байқалады. Бразилия мен Аргентинада аграрлық сектордың технологиялық трансформациясы белсенді қолдау тапты. Нақты егіншілік, генетикалық түрлендірілген дақылдарды өсіру және робототехника басымдықтарға ие.

Африка. Африкадағы Ауыл шаруашылығын цифрландыру деңгейі басқа елдерге қарағанда төмен, негізінен қаржылық қиындықтарға байланысты. Дегенмен, мобильді құрылғыларға негізделген технологияларға қызығушылық бар. Мобильді цифрлық платформалар Буркина-Фасо, Гана, Замбия, Камерун, Кения, Кот-д'Ивуар, Мали, Мозамбик, Нигерия, Эфиопия және басқа елдерде жұмыс істейді.

Автоматтандыру ауылшаруашылық тәжірибесін өзгертеді, тиімділікті арттырады, азық-түлік өндірісін оңтайландырады, қалдықтарды азайтады және аграрлық индустрияның тұрақты дамуына ықпал етеді. Алайда, айтарлықтай қаржылық инвестициялау жағдайында ғана, сондай-ақ ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілерді агробизнесі жүргізудің жаңа әдістері мен тәсілдеріне кезең-кезеңімен оқыту арқылы еңсеруге болатын проблемалар мен сын-қатерлер бар.

Материалдар мен әдістер

Цифрлық экономика — бұл өндірілетін және сатылатын электрондық коммерция, электрондық тауарлар мен қызметтермен байланысты цифрлық технологияларға негізделген экономикалық қызмет. (Иваницкий, 2021) болып табылады. Цифрлық ауыл шаруашылығы — енгізілген цифрлық технологиялардың көмегімен жұмыс істейтін және өндірістің неғұрлым озық әдістерін қолданатын ауыл шаруашылығы. Механизация – өндірісті автоматтандыруға қайта жабдықтау. Цифрландыру экономиканың құрылымын, жұмысты, әлеуметтік баянды және әлеуметтік парадигманы жылдам қарқынмен (Манжосова, 2019) өзгертуде. Қазіргі таңда өмірдің барлық дерлік салаларында «ақылды» нысандар, машиналық оқыту, кеңейтілген немесе виртуалды шындық, дрондар, жасанды интеллект және т.б. ұғымдар қолданылуда. Осының бәрі адамның күнделікті істерге қымбат уақытын жоғалтпай, тиімдірек болуына, уақытын тиімді пайдалануға, шығармашылық қабілетін дамытуға көмектеседі.

Автоматтандыру — күнделікті қайталанатын, қолмен орындалатын тапсырмалардағы қателерді азайтуды қоса алғанда, бұрынғыдан тезірек және арзанырақ нәрсені өндіру үшін технологияны пайдалана отырып, күнделікті тапсырмалар мен функцияларды орындау тәсілі. Автоматтандыру өндірісті (Погребная, 2022; Құсакина, 2019) жақсартады, бірақ ол кәсіпорында бизнес жүргізу тәсілін сақтайды, ал цифрлық трансформация кезінде өнімнің өзі өзгереді, клиент пен жеткізушілер арасындағы қарым-қатынас, компанияның позициясы өзгереді. Қарапайым сөзбен айтқанда, бизнес-процестерді цифрландыру автоматтандыруды, сондай-ақ басқа да заманауи құралдарды, соның ішінде жасанды интеллектті қамтуы мүмкін. Бұл бизнес-процестерді оңтайландыруға және адам еңбегін ішінара ауыстыруға мүмкіндік береді. Автоматтандыру адамға бизнес функцияларын орындауға көмектеседі, ал цифрландыру бұл функцияларды орындауда адамды алмастырады.

Жасанды интеллект (ЖИ)-дәстүрлі түрде адамдардың артықшылығы болып саналатын шығармашылық функцияларды орындауға арналған интеллектуалды жүйелердің қасиеті. ЖИ-тер шешімдерді қабылдауда кеңінен

қолданылады, мысалы, смартфондардағы виртуалды көмекшілер сияқты Интернетте болашақта сатып алуды ұсыну, спам мен несие картасының алаяқтығын анықтау үшін қажет болады. Соңғы уақыттарда ЖИ-лер машиналық оқытуға негізделген және үлкен деректерді пайдаланады.

Интернет заттары (iot). Iot-бұл бір-бірімен немесе сыртқы ортамен өзара әрекеттесу үшін кіріктірілген құралдармен және технологиялармен жабдықталған физикалық объектілер («заттар») арасындағы деректерді беру желісінің тұжырымдамасы. Мұндай желілерді ұйымдастыру экономикалық және әлеуметтік процестерді қайта құрылымдауға және кейбір әрекеттер мен операцияларға адамның қатысу қажеттілігін жоюға қабілетті деп болжанады. Iot қолдану саласы – электронды смарт құрылғылар, смарт үйлер, смарт қалалар, денсаулық сақтау, өнеркәсіпті автоматтандыру.

Үлкен деректер (ДҚ). Деректер қоры — бұл үнемі өсіп келе жатқан жылдамдықпен келетін және көлемі үнемі өсіп отыратын әртүрлі деректер. Үлкен деректер технологияларын енгізу ол өндірістегі, денсаулық сақтаудағы, саудадағы, мемлекеттік басқарудағы, сондай-ақ ресурстардың жеке қозғалысы тіркелетін салалар мен аудандардағы ақпараттық технологияларға үлкен әсер етеді.

Блокчейн. Блокчейн — жүйе қатысушыларының барлық транзакциялары туралы ақпаратты «блоктар тізбегі» түрінде сақтайтын таратылған дерек-қорлар. Блокчейн ашық, қауіпсіз және жылдам бір реттік транзакцияларды жасауға мүмкіндік беретін криптовалюталардың негізгі технологиясы ретінде қызмет етеді. Блокчейн нарығы басқа озық технологиялармен салыстырғанда салыстырмалы түрде шағын, бірақ ол тез өседі деп күтілуде. Блокчейнге сұраныс негізінен онлайн транзакциялардың артуы, валюталарды цифрландыру, қауіпсіз онлайн төлем шлюздері, банк, қаржылық қызметтер және сақтандыру секторларына қызығушылықтың артуы және криптовалюталарды қабылдайтын саудагерлер санымен байланысты Потенциалды нарықтық шектеулер бұл масштабтауға және қауіпсіздікке қатысты мәселелер, нормативті стандарттардың белгісіздігі және қиындықтарды қолданыстағы бар бағдарламалармен технологияларды біріктіру проблемасы.

Робототехника. Автоматтандырылған техникалық жүйелерді жасаумен айналысатын және өндірісті дамытудың ең маңызды техникалық негізі болып табылатын қолданбалы ғылым.

Дрондар. Қашықтан басқарылатын ұшқышсыз ұшатын аппараттар. Олар әртүрлі дәрежедегі автономияға ие болуы мүмкін - қашықтан басқарылатыннан толық автоматтыға дейін, сонымен қатар дизайны, мақсаты және басқа да көптеген параметрлері бойынша ерекшеленеді.

Нанотехнология. Теориялық негіздерінің жиынтығын, зерттеудің, талдаудың және синтездің практикалық әдістерін, сондай-ақ жекелеген атомдарды басқарылатын айла-шарғы жасау арқылы берілген атомдық құрылымы бар өнімдерді алу және пайдалану әдістерін қарастыратын іргелі және қолданбалы ғылым мен техника саласы және молекулалар.

Экономиканың тірегі саналатын агроөнеркәсіп кешенін цифрландыру арқылы ел табысын еселей түсу—маңызды міндет. Себебі бүгінде көптеген дамыған елдер бұл салада әлдеқайда алға озып, цифрлы технологияның игілігін барынша (Алексеев, 2022) көріп отыр. Өнімді өндіруге шығындарды азайту, ресурстарды тиімді пайдалану негізінде оның сапасы мен бәсекеге қабілеттілігін арттыру цифрландырудың басты міндеті болып табылады. Цифрландыру ауыл шаруашылығын егістікте, фермада орнатылған көптеген сенсорлардан, ауылшаруашылық техникаларынан, метеостанциялардан, спутниктерден және басқа жүйелерден үлкен деректер жинағы өңделетін экономиканың (Алексеев, 2019; Михайлова, 2018) жоғары технологиялық секторына айналдыруда. Бұл массивтерді аналитикалық өңдеу бұрын қол жетімсіз ақпаратты алуға, ауыл шаруашылығы өндірісін басқару тиімділігін арттыруға, АӨК жұмысын және тұтынушылармен байланысты жақсартуға мүмкіндік беретін заңдылықтарды табуға мүмкіндік береді. Цифрландыру-Ауыл шаруашылығын дамытудың негізгі бағыты. Егін жинаудан егін егуге, өсімдіктерді өсіруге, тыңайтқыштарды ойлап табуға, Өндірісті механикаландыру мен автоматтандыру құралдарын пайдалануға дейін әрбір (Ғұсманов, 2019) революциялық жаңалық ауыл шаруашылығын дамудың жаңа сатысына көтереді. Ауыл шаруашылығын цифрландыру – елдің әлеуметтік, экономикалық жағдайын жақсартудың (Қаратаева, 2019; Манжосова, 2019) ең тиімді жолы. Әлемдегі ауыл шаруашылығы дәстүрлі саладан инновациялық шешімдер мен әзірлемелер үшін жаңа нарықтар құруға қабілетті жоғары технологиялық салаға айналуға. Ғылым мен ғаламтордың, сандық технологияның толып жатқан бүгінгі жетістіктерін ауыл шаруашылығына бағыттау маңызға ие. Себебі, әлемдік тәжірибе ауыл шаруашылығы саласын, агроөнеркәсіп кешенін қарқынды дамыту ғылымда, ақылды технологиялардың қолында екенін көрсетіп отыр.

Қазақстан өңірлерінің ауыл шаруашылығындағы цифрлық экономиканың даму деңгейі жерге орналастыру саласына ақпараттық технологияларды енгізу дәрежесімен тығыз байланысты. Цифрлық құралдарды енгізу өндірістің тиімділігін арттыратындықтан (Иваницкий, 2021), жер ресурстарының жай-күйін тиімді бақылауға ықпал етеді. Жерге орналастыру саласындағы цифрлық технологиялардың даму деңгейі Қазақстан субъектілерінде айтарлықтай кеңістіктік айырмашылықтарға ие. Ауыл шаруашылығын цифрландырудың негізгі салдарының бірі—технологиялық құрылымды, өндірістік тізбектерді, өндірісті басқару жүйесін және т. б. өзгертуден тұратын оның түбегейлі өзгеруі (Мочунова, 2020). Цифрлық ауыл шаруашылығы саналы қажеттілікке айналды. Цифрлық технологияларды өндірістік, өңірлік және елдік деңгейде енгізу деректерді жинауға және агрегаттауға, Агроөнім өндірісінің болжамын жасауға және өткізу нарығын, мемлекеттік қолдау көлемдерін бағалауға және сыртқы ортаға әсерін талдауға мүмкіндік беретін негізгі элемент болып табылады.

Цифрлық технологиялар көптеген тапсырмаларды кеңседе ғана емес,

сонымен қатар далалық жұмысты айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік береді. Цифрлық технология егіншілік фермерлерге бірқатар артықшылықтар береді, соның ішінде:

1. Деректерді жинау және өңдеу жылдамдығын арттыру;
2. Барлық процестердің дәлдігін арттыру;
3. Өндіріс тиімділігін арттыру;
4. Өндіріс шығындарын азайту;
5. Қол еңбегіне деген қажеттілікті азайту;
6. Өнімділіктің өсуі;
7. Ауыл шаруашылығы техникасы операторларының күйзелісін төмендету;
8. тәуекелдерді болжауды жеңілдету;
9. тапсырмаларды жүргізу мен есептілікті оңтайландыру;
10. тұрақты дамуға жәрдемдесу

Өндірісті цифрландыру жағдайында ұйымды басқару функциялары өзгеріске ұшырайды. Болжауға, дәлірек айтсақ, жасанды интеллект жүзеге асыратын өндірісті дамытудың сценарийлерін жасауға маңызды рөл беріледі. Өндірісті бақылау функциясы да жасанды интеллектке ауысады (1-сурет).

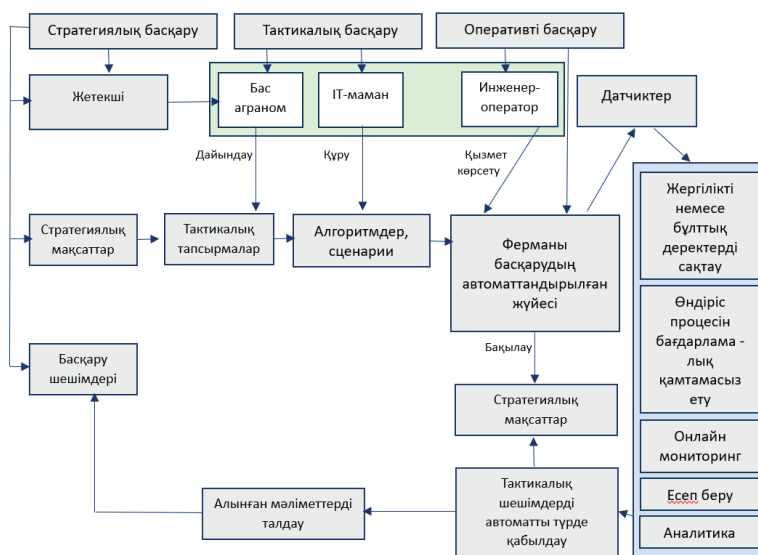


1-сурет. Дәстүрлі және цифрлық өндірісте басқару функцияларын орындау

Айта кету керек, өндірісті роботтандыру және цифрландыру арқылы мотивация функциясы қажет болмайды, өйткені автоматтандырылған басқару жүйесін оның тиімділігін арттыруға ынталандыру қажет емес—ол бастапқыда мүмкін болатын ең жоғары нәтижеге қол жеткізу үшін жасалған. «Нарықты «ағартуға», өндірілетін өнімнің сапасын арттыруға, ауыл шаруашылығы өнімдерінің қадағалануын автоматтандыруға бағытталған іс-шаралар процеске тартылған уәкілетті ұйымдардың барлығын қосады және сандық-сапалық есепке алуды қамтамасыз етуге, агроөнеркәсіптік өнімнің өндірілуі мен шығарылуының бүкіл өмірлік циклін қадағалауға мүмкіндік береді. Қадағалау жүйесін іске асыру салаға инвестициялар тартуға және экспорттық

өнім желісін де, ауыл шаруашылығы өнімдері мен терең өңделген өнімдер түрлерін жеткізу географиясын да кеңейтуге тікелей әсер етеді. Қадағалау жүйесі кезінде толық мониторингті енгізу ауыл шаруашылығы өнімінің сапа стандарттарын арттыруға жол ашады. Цифрландыру жағдайында ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілерге шешім қабылдаудағы революциялық серпіліс тікелей тірі организмдерде орналасқан датчиктер мен датчиктер арқылы алынған көптеген деректерді нақты уақыт режимінде ақпараттық желіні өңдеу және талдау арқылы анықталады. Мұндай өзара әрекеттесу басшыға немесе маманға дайын талдау нәтижелерін және өсімдіктерді өңдеу және күту сияқты одан әрі әрекет ету үшін мүмкін нұсқаларды (сценарийлерді) ұсынады. Датчиктер, сенсорлар мен өріс контроллері бір желіге қосылып, байланысқан сайын, ақпараттық жүйе соғұрлым ақылды болады және пайдаланушы үшін пайдалы ақпарат бере алады. Егер өндіріс тек цифрландырылып қана қоймай, роботтандырылған болса, онда жүйе оларды роботтармен автоматты түрде орындау үшін нұсқаулар жасай алады.

IT-мамандар алынған мәліметтер негізінде дақылдардың цифрлық агро-техникалық карталарын–болашақта ферманы басқарудың автоматтандырылған жүйесі өсіру процесін қамтамасыз ету үшін дербес шешімдер қабылдайтын сценарийлерді жасайды. Ауыл шаруашылығы өндірісін цифрландыруды дамыта отырып, ауыл шаруашылығы тауарын өндірушілер жылыжай ішіндегі табиғи климаттық жағдайларды бақылаудың және өндіріс нәтижесін математикалық дәлдікпен болжаудың бірегей мүмкіндігін алады. Цифрландыру жағдайындағы басқарудың жаңа парадигмасы басқару шешімдерін қабылдау алгоритмінің қысқаруына және өзгеруіне әкеледі (2-сурет).



2-сурет. Ауыл шаруашылығы өндірісін цифрлық қамтамасыз ету жағдайында басқару шешімдерін қабылдау алгоритмі.

Цифрландыру жағдайында ауыл шаруашылығы өндірісін басқару бойынша шешімдер қабылдау алгоритмінде бір ғана нәрсе өзгеріссіз қалады: ұйым үшін стратегиялық мақсаттарды басшы белгілейді. Осы мақсаттарға сүйене отырып, бас маман немесе көпфункционалды маман шаруашылықты басқарудың автоматтандырылған жүйесі үшін алгоритмдер немесе әрекет сценарийлерін әзірлейтін IT маманының функциясы жүзеге асырылатын маусымға тактикалық міндеттер қояды. Егер дәстүрлі ауылшаруашылық өндірісінде тактикалық тапсырмаларды егу, суару және т.б. Жүзеге асыратын агрономдар немесе жұмысшылар орындаса, онда цифрлық өндірісте мұны автоматтандырылған басқару жүйесі мен роботтық (Евстропов, 2009; Мұқанова, 2017) техника орындайды: олар қажетті температураны, ылғалдылық деңгейін, жылыжайда желдету немесе суару режимін орнатады, өсімдіктердің өсуін бақылайды және т.б. Инженер-оператордың функцияларына өндіріс процесінің өзін емес, қателер мен ақауларды уақтылы жою мақсатында автоматтандырылған жүйенің жұмысын бақылау кіреді. Тактикалық мәселелерді шешу барысында шаруашылықты басқарудың автоматтандырылған жүйесі өндірістің барлық көрсеткіштерін жинайды. Оларды талдау өндіріс процестеріндегі проблемалық сәттерді анықтауға және өндіріс тиімділігін арттыру мақсатында тактикалық міндеттерді түзетуге мүмкіндік береді. Болашақта бұл деректер және оларды түсіндіру ұйым басшылығына оңтайлы басқару шешімдерін қабылдауға мүмкіндік береді. Өндірістік процестерде адам еңбегін техникамен алмастыру технологияларын енгізу ерекше маңызды. Уақыт өте келе адам денсаулығын қорғау, адам факторының әсерін азайту мақсатында еңбек ресурстарының ауыл шаруашылығы өндірісіне тартылу дәрежесі төмендейді және цифрландырудан, шығындарды азайтудан және материалдық ресурстарды оңтайлы пайдаланудан әсер алынады. Адам ауыл шаруашылығында қалады, өйткені бұл көрсеткіш адамды алмастырмайды, тек оны күрделі, күнделікті және қауіпті процестерден құтқарады.

Қорытынды

Цифрлық ауылшаруашылық өндірісінің негізі-бұл роботтандырылған жүйелер, сенсорлар, далалық контроллерлер және бақыланатын объектінің күйі, бақылау және бақылау жүйелері, механизмдер туралы ақпаратты беру үшін қажетті әртүрлі сенсорлар, сондай-ақ дақылдарды өсірудің ең тиімді жағдайларын "ұсынатын" нейрондық желілер. Қашықтан басқару және деректерді терең талдау өндірісте қол еңбегін пайдалануды айтарлықтай азайтады және сәйкесінше басқару тәсілдерін өзгертеді. Цифрландыру бағдарламасын қолдана отырып, аграрлық секторды дамудың сапалы жаңа деңгейіне шығаруға, ел экономикасының драйверіне айналдыруға әлеуетіміз жеткілікті. Қорыта келе, ауыл шаруашылығын цифрландыру бағдарламасының жүзеге асырылып жатқан шараларының негізгі бағыттары астықтың түсімі мен еңбек өнімділігін арттыруға, өнімнің өзіндік құнының төмендеуіне ықпал етуі тиіс. Елімізде азық-түлік қауіпсіздігінің сақталуы, климаттық жағдайлардың бұзылмауы, топырақ қабатының тозбауы жайлы және

басқасына қатысты деректердің қолжетімді болуы цифрлы технологияларды аграрлық секторға біртіндеп енгізу арқылы жүргізіледі. Ауыл шаруашылығы өндірісін цифрландыру өндіріс технологиясын ғана емес, басқару жүйесін де толық өзгертуді талап етеді. Олар: басқару объектісі - жасанды интеллект, ол алдыңғы объектілерден айырмашылығы ең оңтайлы шешімдерді дербес таңдай алады; басқару иерархиясы көлденең; тактикалық шешімдер қабылдау субъектісі енді көшбасшы емес, автоматтандырылған басқару жүйесі; басқару нысаны ұйымдағы дағдарыстың алдын алуға мүмкіндік беретін алдын – алу болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР

Алексеев А.А. (2022). Ресей ауыл шаруашылығын цифрландыруды бағалау / А.А. Алексеев, С.А. Шелковников // Экономика және бизнес. — 2022. — No 4. — 41–46 б.

Алексеев А.А. (2019). Цифрландыру жаңа технологиялық жағдайда ауыл экономикасының даму үрдісі ретінде / А.А. Алексеев, С.А. Шелковников, И.Г. Кузнецова, М.С. Петухова // Забайкалье мемлекеттік аграрлық университетінің хабаршысы. — 2019. — Т. 25. — No 8. — 119–126 б

Ғұрманов Р.У. (2019). Өңірдің ауылдық аумақтарын болжау негізінде дамытудың стратегиялық жоспарлауы: монография / Р.У. Ғұрманов, Е.В. Стомба, В.А. Ковшов, М.Т. Лукьянов, А.А. Асқаров. - Мәскеу: Дашков және К., — 2019. — 226 б.

Евтропов А.С. (2009). Ақпараттық-инновациялық технологияларға негізделген ауыл шаруашылығы өндірісін басқару жүйесі: монография / А.С. Евтропов, В.А. Артамонов / VNIMS мемлекеттік ғылыми мекемесі. – Рязань: GNU VNIMS, — 2009. — 196 б.

Иваницкий Д.К. Цифрлық экономика: оқу құралы / Д.К. Иваницкий, Ю.Е. Стуков. – Краснодар: Кубгау, 2021. – 103 б.

Қаратаева О.Г. (2019). Заманауи жағдайларда интеллектуалды ауыл шаруашылығын дамыту перспективалары / О.Г. Қаратаева, Ю.А. Гладыш // Ресей ауыл шаруашылығы экономикасы. — 2019. — No 6. — 15–17 б.

Құсакина О.Н. (2019). Ауыл экономикасының цифрлық трансформациясы және адами капиталды қалыптастыру мәселелері / О.Н. Қусакин, Н.В. Банникова // Ауыл шаруашылығы және қайта өңдеу кәсіпорындарының экономикасы. — 2019. — No 12. — 71–73 б.

Манжосова И.Б. (2019). Экономиканы цифрландыру жағдайында ауыл экономикасын жаңғырту стратегиясы / И.Б. Манжосова // Ресей ауыл шаруашылығы экономикасы. — 2019. — No 5. — 2–10 б.

Михайлова А.В. (2018). Қазіргі кеңістіктегі цифрлық және креативті экономика // Шығармашылық экономика. — 2018. — No 1. — 29–42 б. — DOI: 10.18334/се.12.1.38783.

Мочунова Н.А. (2020). Ауыл шаруашылығы өндірісі объектілерін басқару жүйесін зерттеу / Н.А. Мочунова, В.Н. Пряхин, М.А. Карапетян // Халықаралық техникалық және экономикалық журнал. — 2020. — № 3. — 68–74 б.

Мұқанова Л.К. (2017). Ауыл шаруашылығы өндірісін басқару механизмі / Л.К. Мұқанова, А.Қ. Бутембалина // Қазақ гуманитарлық-заң инновациялық университетінің хабаршысы. — 2017. — No 1(33). — 117–120 б.

Погребная Н.В., Барышева Д.Н., Ламазян Л.С., Плаксий В.В. (2022). АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫНДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯ: МӘСЕЛЕЛЕР МЕН БОЛАШАҒЫ // Алтай экономика және құқық академиясының хабаршысы. — 2022. — No 9–1. — 118–123 б.

http://polit.ru/article/2018/02/21/sk_digital_farming/ (кіру күні: 21.02.2018). Ауыл шаруашылығын цифрландыру. Polit.ru [Электрондық ресурс].

http://mgov.kz/ru/a-k-damytu_kartyu/ Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігі дайындаған Агроөнеркәсіптік кешенді дамыту карталары,

<http://mgov.kz/ru/azastan-respublikasyny-a-k-damytydy-2017-2021-zhyldar-a-arnal->

ан мемлекеттік-ба-дарламасы/ Қазақстан Республикасының агроөнеркәсіптік кешенін дамытудың 2017–2021 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасы,

REFERENCES

- Alekseev A.A. (2022). Assessment of digitization of Russian agriculture / A.A. Alekseev, S.A. Shelkovnikov // *Economy and business*. — 2022. — No. 4. — Pp. 41–46.
- Alekseev A.A. (2019). Digitization as a development trend of the rural economy in a new technological environment / A.A. Alekseev, S.A. Shelkovnikov, I.G. Kuznetsova, M.S. Petukhova // *Herald of Transbaikalia State Agrarian University*. — 2019. — Vol. 25. — No. 8. — Pp. 119–126
- Gusmanov R.U. (2019). Strategic planning of the development of rural areas of the region based on forecasts: monograph / R.U. Humanov, E.V. Stovba, V.A. Kovshov, M.T. Lukyanov, A.A. Askarov. - Moscow: Dashkov and K., — 2019. — 226 p.
- Evstropov A.S. (2009). Agricultural production management system based on information and innovative technologies: monograph / A.S. Evstropov, V.A. Artamonov / VNIMS state scientific institution. - Ryazan: GNU VNIMS, — 2009. — 196 p.
- http://polit.ru/article/2018/02/21/sk_digital_farming/ (access date: 21.02.2018). Digitization of agriculture. Polit.ru [Electronic resource].
- <http://mgov.kz/ru/a-k-damytu-kartyu/> Maps of the development of the agro-industrial complex prepared by the Ministry of Agriculture of the Republic of Kazakhstan,
- <http://mgov.kz/ru/azastan-respublikasyny-a-k-damytydy-2017-2021-zhyldar-a-arnal-an-state-programme/> State program for the development of the agro-industrial complex of the Republic of Kazakhstan for 2017–2021,
- Ivanitsky D.K. (2021). Digital economy: textbook / D.K. Ivannitskiy, Yu.E. Stukov. - Krasnodar: Kubgau, — 2021. — 103 p.
- Karataeva O.G. (2019). Prospects for the development of intelligent agriculture in modern conditions / O.G. Karataeva, Yu.A. Gladyshev // *Agricultural Economy of Russia*. — 2019. — No. 6. — Pp. 15–17.
- Kusakina O.N. (2019). Digital transformation of rural economy and issues of human capital formation / O.N. Kusakin, N.V. Bannikova // *Economics of agricultural and processing enterprises*. — 2019. — No. 12. — Pp. 71–73.
- Manjoseva I.B. (2019). The strategy of modernizing the rural economy in the context of digitalization of the economy / I.B. Manjoseva // *Russian agricultural economy*. — 2019. — No. 5. — Pp. 2–10.
- Mikhailova A.V. (2018). Digital and creative economy in the modern space // *Creative economy*. — 2018. — No. 1. — Pp. 29–42. — DOI: 10.18334/ce.12.1.38783.
- Mochunova N.A. (2020). Study of the management system of agricultural production objects / N.A. Mochunova, V.N. Pryakhin, M.A. Karapetyan // *International technical and economic journal*. — 2020. — No. 3. — Pp. 68–74.
- Mukanova L.K. (2017). Agricultural production management mechanism / L.K. Mukanova, A.K. Butembalina // *Herald of Kazakh Humanities and Law Innovative University*. — 2017. — No. 1(33). — Pp. 117–120.
- Pogrebnyaya N.V., Barysheva D.N., Lamazyan L.S., Plaksii V.V. (2022). DIGITAL TRANSFORMATION IN AGRICULTURE: PROBLEMS AND FUTURE // *Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law*. — 2022. — No. 9–1. — Pp. 118–123;

ӨОЖ 004.931

©**A.S. Baegizova, G.I. Mukhamedrakhimova***, **Zh.B. Lamasheva,**
A.Z. Abdrakhmanova, T.T. Ospanova, 2023

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

E-mail: isatai-07@mail.ru

IMPROVE IMAGE QUALITY WITH DEEP LEARNING TECHNIQUES

Baegizova Aigulim — senior lecturer at the Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan, st. Satpayeva, 2, 010000

E-mail: baegiz_a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2293-2143>;

Mukhamedrakhimova Galiya — senior lecturer, Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, st. Satpayeva, 2, 010000

E-mail: isatai-07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9951-6263>;

Lamasheva Zhanar — senior lecturer, Department of Information Systems, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan, st. Satpayeva, 2, 010000

E-mail: zhanarlb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9535-2636>;

Abdrakhmanova Alfiya — senior lecturer, Department of Information Systems, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan, st. Satpayeva, 2, 010000

E-mail: alfiyaabdra96@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-5494-262X>;

Ospanova Tleugaisha Topanbaevna — senior lecturer, Department of Information Systems, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Candidate of Technical Sciences, Astana, Kazakhstan, st. Satpayeva, 2, 010000

E-mail: tleu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1729-1321>.

Abstract. This paper explores the application of deep learning techniques to improve the accuracy of feature enhancement in noisy images. A multi-task convolutional neural network (CNN) learning model architecture has been proposed that is trained on a large set of annotated images. Various techniques have been used to process noisy images, including the use of data augmentation, the application of filters, and the use of image reconstruction techniques. As a result of experiments, it was shown that the proposed model using deep learning methods significantly improves the accuracy of object recognition in noisy images. Compared with single-task models, the multi-task model showed the superiority of this approach in performing multiple tasks simultaneously and saving training time. This study validates the effectiveness of multi-task models using deep learning for object recognition in noisy images. The results can be applied in various fields,

including computer vision, robotics, automated driving, and others, where accurate object recognition in noisy images is a critical component.

Keywords: noisy image, multi-task learning model, deep learning, image processing, machine learning

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

© А.С. Баегизова, Г.И. Мухамедрахимова*, Ж.Б. Ламашева,
А.З. Абдрахманова, Т.Т. Оспанова, 2023

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

E-mail: isatai-07@mail.ru

ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН КЕСКІННІҢ САПАСЫН ЖАҚСARTУ

Баегизова Айгулим Сейсенбековна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Радиотехника, электроника және телекоммуникация кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан, Сатпаев к., 2, 010000

E-mail: baegiz_a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2293-2143>;

Мухамедрахимова Галия Исатаевна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Радиотехника, электроника және телекоммуникация кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан, Сатпаев к., 2, 010000

E-mail: isatai-07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9951-6263>;

Ламашева Жанар Бейбутовна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан, Сатпаев к., 2, 010000

E-mail: zhanarlb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9535-2636>;

Абдрахманова Альфия Загиевна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан, Сатпаев к., 2, 010000

E-mail: alfiyaabdra96@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-5494-262X>;

Оспанова Тлеугайша Топанбаевна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан, Сатпаев к., 2, 010000

E-mail: tleu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1729-1321>.

Аннотация. Бұл мақала шулы кескіндердегі мүмкіндіктерді жақсартудың дәлдігін жоғарылату үшін терең оқыту әдістерін қолдануды зерттейді. Аннотацияланған кескіндердің үлкен жиынтығында оқытылатын көп тапсырмалы конволюционды нейрондық желі (CNN) оқу моделінің архитектурасы ұсынылды. Деректерді ұлғайту, сүзгілерді қолдану және кескінді қалпына келтіру әдістерін қолданумен қатар, шулы кескіндерді өңдеу үшін әртүрлі әдістер қолданылды. Тәжірибелердің нәтижесінде терең оқыту әдістерін қолдану арқылы ұсынылған модель шулы бейнелердегі объектіні тану дәлдігін айтарлықтай жақсартатыны көрсетілді. Бір тапсырмалы модельдермен салыстырғанда, көп тапсырмалы модель бір уақытта бірнеше тапсырманы орындауда және оқу уақытын үнемдеуде бұл тәсілдің артықшылығын көрсетті. Бұл зерттеу шулы кескіндердегі нысанды тану үшін терең оқытуды пайдалана отырып, көп тапсырмалы модельдердің тиімділігін растайды. Нәтижелерді әртүрлі салаларда, соның ішінде компьютерлік көру, робототехника, автоматтандырылған жүргізу және басқаларда қолдануға

болады және шулы кескіндерде нысанды дәл тану маңызды құрамдас болып табылады.

Түйін сөздер: шулы кескін, көп тапсырманы оқыту моделі, терең оқыту, кескінді өңдеу, машиналық оқыту

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

© А.С. Баегизова, Г.И. Мухамедрахимова*, Ж.Б. Ламашева,
А.З. Абдрахманова, Т.Т. Оспанова, 2023

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

E-mail: isatai-07@mail.ru

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

Баегизова Айгулим Сейсенбековна — старший преподаватель кафедры Радиотехники, электроники и телекоммуникаций Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, 010000, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан

E-mail: baegiz_a@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2293-2143>;

Мухамедрахимова Галия Исагаевна — старший преподаватель кафедры Радиотехники, электроники и телекоммуникаций Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, 010000, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан

E-mail: isatai-07@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9951-6263>;

Ламашева Жанар Бейбутовна — старший преподаватель кафедры Информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, 010000, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан

E-mail: zhanarlb@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-9535-2636>;

Абдрахманова Альфия Загиевна — старший преподаватель кафедры Информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, 010000, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан

E-mail: alfyaabdra96@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-5494-262X>;

Оспанова Тлеугайша Топанбаевна — кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры Информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, 010000, ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан

E-mail: tleu@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1729-1321>.

Аннотация. В статье исследуется применение методов глубокого обучения для повышения точности в зашумленных изображениях. Авторами была предложена архитектура модели обучения многозадачной сверточной нейронной сети (CNN), которая обучается на большом наборе аннотированных изображений. Для обработки зашумленных изображений использовались различные методы, такие как увеличение данных, применение фильтров и реконструкции изображения. В результате экспериментов было показано, что предложенная модель с использованием методов глубокого обучения значительно повышает точность распознавания объектов на зашумленных изображениях. По сравнению с однозадачными моделями многозадачная

модель показала превосходство в одновременном выполнении нескольких задач и экономии времени обучения. Данное исследование подтверждает эффективность использования многозадачных моделей с использованием глубокого обучения для распознавания объектов на зашумленных изображениях. Полученные результаты могут быть применены в различных областях, включая компьютерное зрение, робототехнику, автоматическое вождение и другие, где критически важным компонентом является точное распознавание объектов на зашумленных изображениях.

Ключевые слова: шумное изображение, модель многозадачного обучения, глубокое обучение, обработка изображений, машинное обучение

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Суреттердегі объектілерді тану компьютерлік көру саласындағы маңызды міндет болып табылады. Дегенмен, нақты кескіндерде нашар жарықтандыру, бұрмалау, атмосфералық әсерлер және басқа сыртқы шу сияқты әртүрлі факторлардан туындаған шуды жиі қамтиды. Шу объектіні тану (Есенова, 2023) процесін (Есенова, 2023) айтарлықтай қиындатуы және модельдің дәлдігін төмендетуі мүмкін. Соңғы жылдары конволюционды нейрондық желілерге (CNN) негізделген терең оқыту әдістері объектіні тану саласында көп көңіл бөлді. Бұл әдістер жоғары дәлдік пен кескіндерден күрделі мүмкіндіктерді алу мүмкіндігін көрсетті. Дегенмен, шулы кескіндерді терең оқытудың тиімділігі әрі қарай зерттеуді қажет ететін мәселе болып қала береді. Бұл жұмыс терең оқыту әдістерін пайдалана отырып, шулы кескіндерде объектіні тану үшін көп тапсырмалы үлгілерді пайдалануды ұсынады. Көп тапсырмалы үлгілер бір уақытта бірнеше тапсырмалардың, соның ішінде нысанды тану мен шуды сүзгілеудің шешімдерін ұсынады. Бұл модельге объектілерді дәлірек тану үшін шу туралы ақпаратты үйренуге және пайдалануға мүмкіндік береді. Мақалада шулы суреттердегі объектіні тану контекстінде көп тапсырманы оқытудың әртүрлі аспектілері қарастырылады. Бұған үлгі архитектурасын таңдау, жоғалту функциясын оңтайландыру, оқу деректерін бейімдеу және шуды сүзудің қолайлы әдістерін таңдау кіреді. Бұл жұмыстың мақсаты - шулы бейнелердегі объектілерді тану үшін терең оқыту әдістерін қолдана отырып, көп тапсырмалы модельдердің тиімділігін зерттеу. Бұл тәсіл күшті шу жағдайында да объектіні тану процесін айтарлықтай жақсартады деп күтілуде. Қамтылған әдістерге деректерді кеңейтуді пайдалану, шуды жою үшін сүзгілерді пайдалану, шуды есепке реттелетін CNN архитектурасын дамыту кіреді. Шудың әртүрлі түрлерінің объектіні тану процесіне әсері және оларды жоюдың оңтайлы тәсілдері де зерттелді. Төменде шулы бейнелердегі объектілерді танудағы көп тапсырмалы модельдердің артықшылықтары туралы гипотезаны растайтын немесе жоққа шығаратын эксперименттер мен нәтижелердің талдауы берілген. Алынған нәтижелер маңызды практикалық

қолданбаларға ие болуы мүмкін, өйткені шулы кескіндерде нысанды тану үшін тиімді үлгілерді әзірлеу көптеген салаларда, соның ішінде компьютерлік көру, автоматты басқару, медициналық диагностика және өнеркәсіпте пайдалы болуы мүмкін.

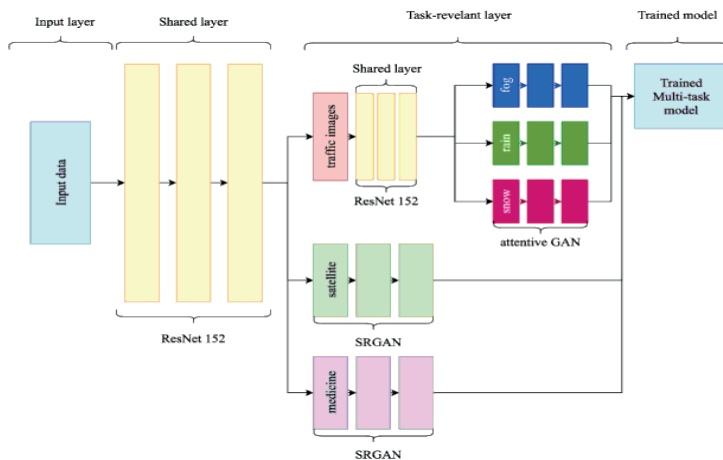
Бұл құжат (Санцян, 2023) генеративті қарсылас желілерді пайдалана отырып, шулы кескіндерді таза кескіндерге аудару әдісін ұсынады. Әдіс әрі қарай танудан бұрын шулы кескіндердің сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. (Ли, 2023). Бұл жұмыс кескінді өшіруге арналған жаңа конволюционды нейрондық желі архитектурасын ұсынады. Авторлар олардың әдісін объектіні тану алдында шулы кескіндерді алдын ала өңдеу үшін сәтті қолдануға болатынын көрсетеді. (Шен, 2023) жұмыста шулы бейнелердегі объектілерді анықтауды үйрену әдісі ұсынылды. Әдіс шуды ескереді және үлгіні шудағы нысандарды дәйекті тануға үйрету үшін толықтыруларды қолданады. (Лянг, 2021) мақалада авторлар жарық аз суреттерде объектіні тануды жақсарту әдісін ұсынады. Бұл әдіс кескін сапасын жақсарту және нысанды анықтау дәлдігін жақсарту үшін конволюционды нейрондық желілерді пайдаланады. Бұл жұмыста (Шенг, 2023) шулы торлы бейнелердегі тамыр сегментациясының мәселесін зерттеледі. Тамырларды сегменттеу сапасын жақсарту үшін шуды ескеретін және адаптивті сүзгілерді пайдаланатын әдіс ұсынылған. Бұл жұмыс (Гоуз, 2020) кескінді ажыратуға арналған терең оқыту әдістеріне шолу жасайды. Шолу деноизация үшін терең оқыту үлгілерін үйрету үшін қолданылатын әртүрлі тәсілдерді зерттейді және оларды объектіні тану контекстінде қолдануды талқылайды. Бұл жұмыс (Эмек, 2023) шулы бейнелердегі объектілерді семантикалық сегментациялау мәселесін зерттейді. Сегменттеу сапасын жақсарту үшін оқыту кезінде шуды есепке алатын толық конвульстік желілерді пайдаланатын әдіс ұсынылады. Бұл мақала (Чжан, 2020) шулы кескіндерде объектіні сенімді анықтау әдісін ұсынады. Әдіс шуды есепке алу және нысанды анықтау дәлдігін жақсарту үшін прогрессивті мүмкіндіктерді алу арқылы терең нейрондық желілерді пайдаланады. Бұл жұмыс (Зоу, 2020) шулы бейнелердегі нысанды бақылау мәселесін зерттейді. Шулы ортада визуалды бақылау жүйелерін түсіну және диагностикалау үшін терең нейрондық желілерді пайдаланатын әдіс ұсынылады. Бұл жұмыс (Чен, 2022) шулы кескіндердегі бетті тану мәселесін зерттейді. Кескін сапасын жақсарту және шулы ортада бетті тану дәлдігін арттыру үшін генеративті қарсылас желілерді (GANs) пайдаланатын әдіс ұсынылады.

Әдістер мен материалдар

Мақалада екі мәселені шешетін көп тапсырмалы оқыту архитектурасын ұсынады: контекст бойынша кескінді жіктеу және кескінді жақсарту. Жіктеу үш классқа бөлінеді: козғалыс камералары, ғарыштық және медициналық бейнелер. Жіктеу ResNet 152 архитектурасын пайдаланады (Пишнамази, 2023; Нагпал, 2022; Шанмугасундарам, 2023). ResNet-152 архитектурасына негізделген көп тапсырмалы модельдер әр тапсырмаға сәйкес келетін бірнеше шығыс қабаттары болуы мүмкін. Әрбір шығыс деңгейін жіктеу тапсырмасы

үшін сәйкес класс немесе белгімен байланыстыруға болады. Жалпы қабаттар мен параметрлерді тапсырмалар арасында ортақ пайдалануға болады, бұл модельге барлық тапсырмалардың орындалуын жақсарту үшін жалпы ақпаратты пайдалануға мүмкіндік береді. Кескінді жіктеуден кейін трафик кескіндерінің қосымша жіктелуі орын алады. Ол оларды ішкі класстарға бөледі: жаңбыр тамшылары, қар және тұман бар жол суреттері. Жол кескіндерін ішкі класстарға жіктегеннен кейін, AttentiveGAN ішкі үлгісі кескіндерді қар іздері, жаңбыр тамшылары және тұман сияқты шуды анықтау және тазалау үшін пайдаланылады. AttentiveGAN үлгісін қолдану арқылы кескінді жіктеу екі бөлек кадамды қажет етеді: AttentiveGAN үлгісін кескіндерді жасау және мүмкіндіктерді шығару үшін үйрету, содан кейін CNN сияқты бөлек жіктеуіш үлгісін пайдаланып кескіндерді жіктеу.

Медициналық және ғарыштық бейнелеудің басқа сыныптары аса ажыратымдылықтағы генеративті қарсылас желі (SRGAN) қосалқы моделін пайдаланады. Ол генеративті қарсылас желілерді (GANs) пайдаланып кескінді жақсартуды жүзеге асырады. Жаттығуды аяқтағаннан кейін модель екі тапсырманы біріктіреді: GAN көмегімен жіктеу және кескінді жақсарту. Нәтиже екі тапсырманы орындай алатын жалғыз үлгі болып табылады: кескін контекстінің классификациясы және кескінді жақсарту. Көп тапсырмалы оқыту архитектурасы (1-сурет) екі тапсырманы орындайды, бірінші тапсырма контекст бойынша кескінді жіктеу болып табылады, ол қозғалыс камерасының суреттері, ғарыштық суреттер және медициналық кескіндер сияқты үш сыныпты қамтиды.



Сур. 1. Көп тапсырмалы модельдің архитектурасы
(Fig. 1. The architecture of the multitasking model)

Жіктеу үшін ResNet 152 архитектурасы пайдаланылады және кескінді жақсарту классификациядан кейін орындалады. Сондай-ақ жол кескінін жіктегеннен кейін оны жаңбыр тамшылары бар жол кескіні, қар жауған жол

бейнесі және тұманмен жол кескіні сияқты ішкі класстарға бөлу арқылы классификациядан өтеді. Жол кескінін ішкі класстарға жіктегеннен кейін, қар іздері, жаңбыр тамшылары және тұман сияқты кескіндерден шуды анықтау және жою үшін ол AttentiveGAN ішкі үлгілері арқылы іске қосылады. Медициналық және спутниктік суреттерге қатысты қалған класстар SRGAN қосалқы үлгісі арқылы өтеді және жаттығудан кейін GAN көмегімен жіктеу және кескінді жақсарту сияқты екі тапсырманы орындайтын жалғыз модель алынады.

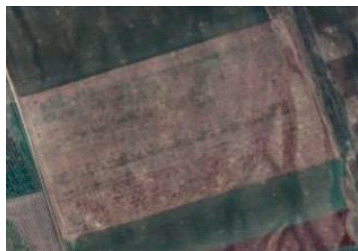
Нәтижелер және оларды талқылау

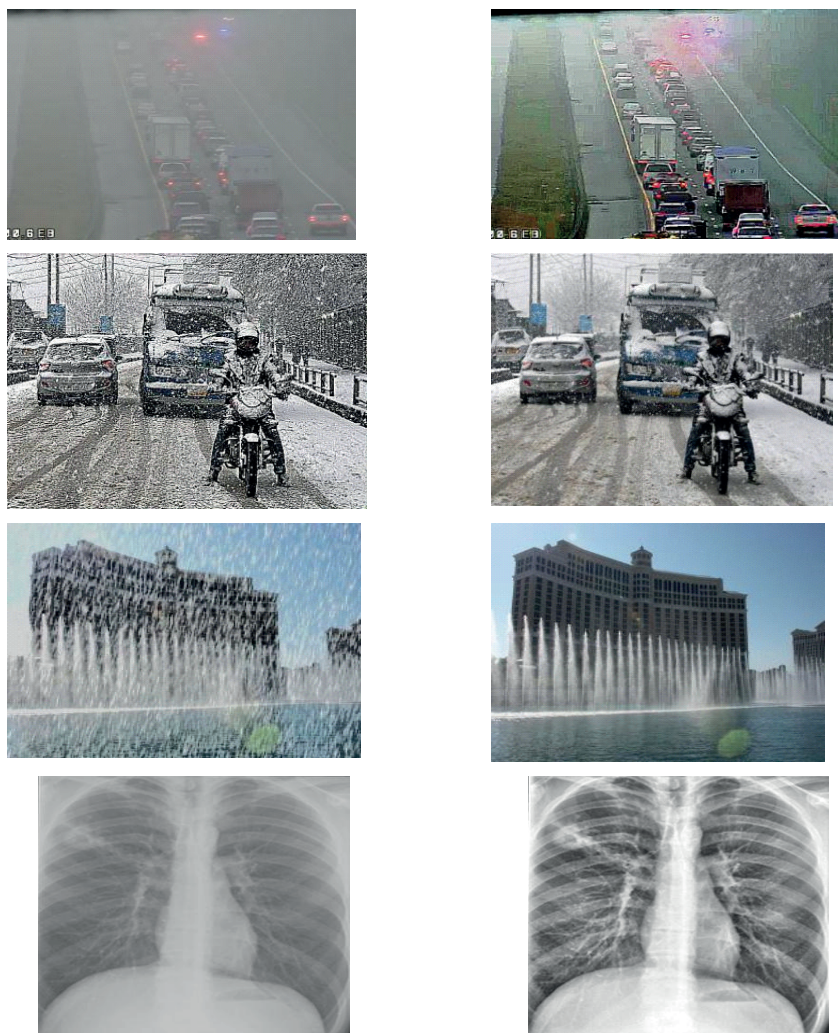
Көп тапсырмалы модельді оқыту 2(a)-суретте көрсетілгендей бұрын дайындалған 17539 суреттен тұратын 4734 спутниктік кескінді, әртүрлі шуыл түрлері бар 8827 суретті (тұман, қар іздері, жаңбыр тамшылары) және 3978 медициналық суреттен тұратын мәліметтер базасында жүзеге асырылды. ашық дерекқордан алынған суреттер. Архитектура CNN кеңейтілген оқытумен SRGAN үлгісінің нұсқасы бойынша оқытылды. Жүргізілген эксперименттер мен зерттеулердің негізінде келесі нәтижелерге қол жеткізілді:

1. Терең оқыту әдістері кескіннің контрастын, қанықтылығын және басқа да сипаттамаларын арттырып, оны тартымды және мазмұнды етті. Олар күрделі мүмкіндіктерді шығаруға және үлкен деректер жиындары бойынша оқытуға мүмкіндік берді, тану дәлдігін арттырды. Нәтижесінде CNN кескін сапасы мен оқылу мүмкіндігін жақсарту үшін дақтар, шу, жыпылықтау және бұрмалану сияқты артефактілерді анықтады және жойды (Сурет 2(б)).

2. Деректерді көбейту шулы кескіндердегі модельдің жалпылау қабілетін жақсартудың маңызды құралы болып табылады. Масштабтау, айналдыру, шуды қосу және басқа әдістер модельге нақты әлем шуымен жақсырақ күресуге көмектесетін әртүрлі оқыту мысалдарын жасауға мүмкіндік береді. Бұл түрлендірулер деректер әртүрлілігін қамтамасыз етеді және модельді шулы кескіндерді жоғары дәлдікпен өңдеуге және талдауға үйретеді.

3. Сүзгілер мен кескінді қалпына келтіру әдістерін қолдану шулы кескіндерден шуды жоюдың тиімді әдісі болып табылады. Кескіннен жоғары жиілікті шуды жою үшін төмен жиілікті сүзгілер пайдаланылды. Олар шуды азайтатын төмен жиілікті ақпаратты ғана сақтай отырып, кескінді бұлдыратады. Бұл кескіндердің сапасын жақсартуға және объектіні тану процесін жеңілдетуге мүмкіндік берді.





(a)

(б)

Сур. 2. Әртүрлі кескін деректер жинақтары бойынша көп тапсырмалы модельді оқытуға шолу: (а) спутниктік, шулы және медициналық кескіндермен деректер базасын тарату және (б) CNN әдістерін қолданғаннан кейін жақсартылған кескін сапасы мен оқылу мүмкіндігі
 (Fig. 2. Overview of the multitasking model training on diverse image datasets: (a) Database distribution with satellite, noisy, and medical images, and (b) Improved image quality and readability after applying CNN techniques)

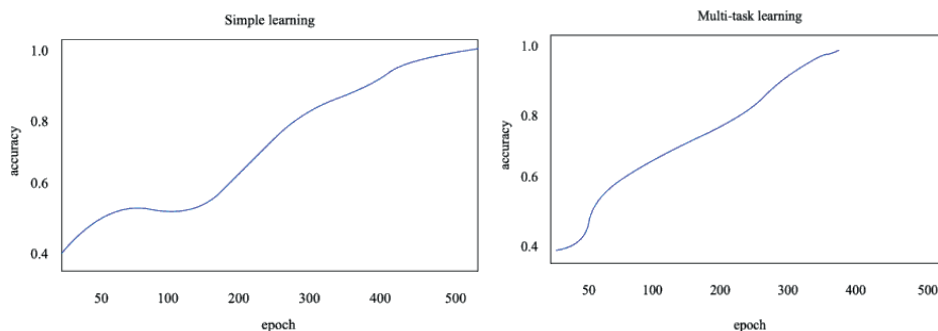
Жоғарыда сипатталған көп тапсырмалы оқыту архитектурасы кескінді жіктеу мен жақсарту мәселелерін шешуге арналған тұтас стратегияны ұсынады. Бұл тәсіл контекстік белгілерге негізделген кескін сапасын жақсарту үшін трафик кескіндерін ішкі санаттарға бөлуді және AttentiveGAN және SRGAN ішкі үлгілерін қолдануды қамтиды. Суреттеу үшін 3(а) суретте түпнұсқа спутниктік кескін көрсетілген, ал 3(б) суретте таңдалған SRGAN оқыту үлгісі арқылы қол жеткізілген жақсарту көрсетілген.



Сур. 3. Көптапсырмалы оқу архитектурасын пайдаланып кескін сапасын жақсарту иллюстрациясы: (а) түпнұсқа спутниктік сурет, (б) SRGAN үлгісін қолданатын жақсартылған кескін

(Fig. 3. Illustration of image quality enhancement using the multitasking learning architecture: (a) Original satellite image, (b) Enhanced image using the SRGAN model)

Эксперименттерді жүргізгеннен кейін бір тапсырмалы модель 4(a) суретте көрсетілгендей 530 дәуірден кейін 99,5 % дәлдікке қол жеткізіп, ең жоғары жаттығу өнімділігін көрсетті. Дегенмен, бұл прогресс 18 сағаттық ұзақ оқуды қажет етті. Керісінше, көп тапсырманы оқыту моделі бірдей 99,5 % дәлдікке қол жеткізді, бірақ жылдамырақ қарқынмен, оған небәрі 380 дәуірде жетті (4(b)-сурет) және небәрі 6 сағат жаттығуды қажет етті. Таңдалған үлгі архитектурасы кескін сапасын төрт есеге дейін арттыра алады, бұл оны әртүрлі ғылыми салаларда құнды етеді.



Сур. 4. Әртүрлі модельдер арасындағы жаттығу дәлдігін салыстырмалы талдау: (а) 530 дәуірден кейін 99,5 % дәлдікке жететін бір тапсырмалы модельдің өнімділік траекториясы және (б) небәрі 380 дәуірде бірдей дәлдікке жеткен көп тапсырмалы модельдің жеделдетілген өнімділігі.

(Fig. 4. Comparative analysis of training accuracy between different models: (a) Single-tasking model's performance trajectory reaching 99.5 % accuracy after 530 epochs, and (b) Multitasking model's accelerated performance, achieving the same accuracy in just 380 epochs)

Бұл зерттеу жұмысында шу мен деградацияның әртүрлі түрлері әсер ететін әртүрлі кескіндерді қамтитын бірлескен деректер жиынында көп тапсырмалы модель таңдалды және оқытылды. Бұл таңдау модельге әртүрлі тапсырмалар арасында ақпарат пен білім алмасуға мүмкіндік берді, бұл өз кезегінде оның кескіндерді талдау және қайта құру қабілетін айтарлықтай жақсартты. Шулы кескіндердегі объектіні тану дәлдігін жақсартудың негізгі факторларының бірі оңтайлы конволюционды нейрондық желі (CNN) архитектурасын таңдау болып табылады. CNN сәулет дизайны шулы кескіндерді орналастыру үшін мұқият қарастырылды, нәтижесінде талдау және қайта құру өнімділігі айтарлықтай жақсарды. Атап айтқанда, шумен күресу үшін арнайы бейімделген конволюционды қабаттарды пайдалану тамаша нәтижелерге қол жеткізу үшін өте маңызды болып шықты. Сонымен қатар, зерттеу назар аудару концепциясына негізделген модельдер зерттелді және қолданылды, мысалы, назар аудару желісі үлгілері (AttentiveGAN). Бұл модельдер шуды жоюда және шулы кескіндердегі бөлшектерді қалпына келтіруде әсіресе тиімді екенін дәлелдеді. Модельдердегі назар аудару механизмдері кескіннің маңызды бөліктеріне дәлірек назар аударуға мүмкіндік берді, бұл қайта құру сапасын жақсартуға ықпал етті. Зерттеу сонымен қатар таңдалған архитектуралар мен әдістердің тиімділігін қамтамасыз ету үшін нәтижелерді бағалау үшін қолданылатын әртүрлі сапа көрсеткіштерін мұқият талдауды және салыстыруды қамтиды. Бұл нәтижелер шулы кескіндердің сипаттамалары үшін оңтайландырылған көп тапсырмалы модельді таңдау, сондай-ақ назар аудару желісінің архитектурасын пайдалану шулы кескіндерде объектіні тану және қалпына келтіру дәлдігін арттыруға айтарлықтай үлес қосқанын растады. Қорытындылай келе, бұл зерттеу шулы кескіндермен жұмыс істеу кезінде оңтайлы архитектуралық шешімдер мен терең оқыту әдістерін таңдаудың маңыздылығын көрсетеді және олардың көп тапсырмалы модельдер контекстінде талдау мен қайта құру сапасына айтарлықтай әсерін растайды.

Қорытынды

Бұл жұмыс шулы кескіндерді жақсарту үшін терең оқыту әдістерін қолдана отырып, көп тапсырмалы модельдерді қолдануды зерттеді. Мақсаты шудың болуына байланысты кескін сапасының бұрмалану және төмендеуі мәселесін шешу болды. Зерттеулер көрсеткендей, көп тапсырмалы модельдер бұл мәселелерді шеше алады. Бір уақытта бірнеше байланысты мәселелерді шешу арқылы модельді оқытуға және нысанды дәлірек тану үшін шу туралы ақпаратты пайдалануға болады. Көп тапсырмалы модельдер ақпаратты тапсырмалар арасында бөлісуге мүмкіндік береді, нәтижесінде жақсы жалпылауға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді. Тәжірибелер мен нәтижелерді талдау барысында шулы суреттерде терең оқыту әдістерімен көп тапсырмалы модельдерді қолдану кескінді жақсартудағы дәлдіктің жоғарылауына әкелетіні расталды. Бұл әртүрлі салаларда, соның ішінде компьютерлік көру, автоматты басқару, медициналық диагностика және

өнеркәсіпте мұндай модельдерді қолданудың перспективаларын ашады. Дегенмен, көп тапсырмалы модельдердің өнімділігі шудың сипатына, қолданылатын алгоритмдерге және модельдің архитектурасына байланысты болуы мүмкін екенін атап өткен жөн. Бұдан әрі зерттеулер дәлірек нәтижелерге қол жеткізу үшін осы аспектілерді оңтайландыруға бағытталған болуы мүмкін. Жалпы алғанда, шулы кескіндерді жақсарту үшін терең оқыту әдістерімен көп тапсырмалы модельдерді пайдалану зерттеудің перспективалық бағыты болып табылады. Бұл тиімдірек тану жүйелерін әзірлеуге және шулы ортада жоғары дәлдіктегі шешімдерді жасауға жаңа мүмкіндіктер ашады.

ӘДЕБИЕТТЕР

Чжан К., С. Ван, Х. Ван, З. Сун, С. Квонг және Дж. Цзян (2020). "Жарық өрісіндегі көрнекті нысандарды анықтауға арналған көп тапсырмалы бірлескен желі", *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*. — 31 том. — № 5. — 1849–1861 б. — 2020. DOI: 10.1109/TCSVT.2020.3013119.

Б. Пишнамази және Е. Коушки (2023). "ResNet 152 архитектурасына негізделген Машиналық оқыту модельдерін қолдана отырып, сызықтық емес оптикалық дифракциялық суреттерді зерттеу", *AIP Advances*. — 13 том. — № 1. — 2023. — DOI: 10.1063/5.0135380.

Б. Эмек Сойлу, М.С. Гузель, Г.Э. Бостанджи, Ф. Экинджи, Т. Асуроглу және К. Асиси (2023). "Табиғи көріністерді бейнелеудің семантикалық сегментациясына арналған терең оқытуға негізделген тәсілдер: шолу", *Электроника*. — 12 том. — № 12. — 2023. DOI: 10.3390/electronics12122730.

Л. Зоу, Ю. Ли және Ф. Сю (2020). "Шулы ортадағы айналмалы жабдықтың ақауларын диагностикалауға арналған шуды болдырмайтын Конволюциялық нейрондық желі және шектеулі үлгі өлшемі", *Neurocomputing*. — 407 том. — 105–120. — 2020. DOI: 10.1016/j.neucom.2020.04.074.

Л. Санцянь, Х. Риса, Ф. Хуажу, Л. Хен, Н. Цзинсуан және Л. Цзян (2023). "AS-OCT кескіндеріндегі дақтарды бақылаусыз кетіруге арналған мазмұнды сақтайтын Диффузия моделі", *Arxiv алдын ала басып шығару*. — 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2306.17717.

М. Есенова, Г. Абдикеримова, Г. Мурзабекова және З. Сәдірбекова, Р. Ниязова (2023). "Ғарыштық бейнелерді өңдеу үшін ақпараттық текстуралық заңдарды жасыру әдістерін қолдану", *Халықаралық Электротехника және есептеу техникасы журналы*. — 13 том. — № 4. — 4557–4566 б. — 2023. DOI: 10.11591/ijecce.v13i4.64557-4566.

М. Есенова, Г. Абдикеримова, Ж. Садирмекова және М. Кариполла, Г. Мұхамедрахимова (2023). "Ауыл шаруашылығы дақылдарының өсу ерекшеліктері және олардың өсуіне теріс әсер ететін факторлар", *Индонезия Электротехника және информатика журналы*. — 30 том. — № 1. — 625–632. — 2023. DOI: 10.11591/ijecce.v30.i1.6625-632.

П. Нагпал, С.А. Бхинге және А. Шитоле (2022). "ResNet архитектураларын салыстырмалы талдау", 2022 жылы интеллектуалды буынның есептеу, Байланыс және желілер жөніндегі халықаралық конференциясында (SMART GENCON). — 2022. — 1–8 б. DOI: 10.1109/SMARTGENCON56628.2022.10083966.

С. Гоуз, Н. Сингх және П. Сингх (2020). "терең оқытуды қолданатын шуды азайту: конволюциялық нейрондық желі", 2020 ж., бұлтты есептеу, деректер ғылымы және инженерия бойынша 10-шы халықаралық конференция (Confluence). — 2020. — 511–517 б. DOI: 10.1109/Confluence47617.2020.9057895.

С. Чен, Н. Хоу, Ю. Ху, С. Широл және Э.С. Чнг (2022). "Доменде аналогтары жоқ 10 минуттық деректерді қолдана отырып, шуға төзімді сөйлеуді тану", — *icassp 2022–2022 халықаралық IEEE акустика, сөйлеу және сигналдарды өңдеу конференциясы (ICASSP)*. — 2022. — 4298–4302 б. DOI: 10.1109/ICASSP43922.2022.9747755.

С. Шанмугасундарам және Н. Паланиаппан (2023). "resnet-152 кіруді жоғалту және

магистральға негізделген рейтинг модулін қолдана отырып, объектілерді бір сатылы анықтау кезінде анықтау дәлдігін арттыру: халықаралық кескіндер мен графика журналы. — 2023. DOI: 10.1142/S021946782450030X.

Х. Лян, А. Ию., М. Шао және Ю. Тянь (2021). "көпфункционалды басқарылатын аз жарық кескінді жақсарту", қолданбалы ғылымдар. — 11 том. — № 11. — 2021. DOI: 10.3390/app11115055.

Х. Шенг, Х.Ю., Ф. Ван, М.Д. Хан, Х. Венг, С. Шарифлоу және С.М. Гольцан (2023). "Өздігінен веноздық пульсацияны бағалауды оңтайландыру үшін торлы қабықтың бейнежазбаларын автономды тұрақтандыру" алдын ала басып шығару arXiv. — 2023. DOI: 10.48550/arXiv.23.

Ю. Ли, Ю. Чжан, Р. Тимофте, Л. Ван Гул, З. Ту, К. Ду және Ю. Чжан (2023). " NTIRE 2023 кескінді шуды азайту міндеті: әдістер мен нәтижелер", IEEE/cvф компьютерлік көру және үлгіні тану конференциясының материалдарында. — 2023. — 1904–1920 б.

Ю. Шен, Р. Джи, З. Чен, Х. Хонг, Ф. Чжэн, Дж. Лю және К. Тянь (2020). IEEE/cvф компьютерлік көру және үлгіні тану конференциясының материалдарында" шуды ескере отырып, толық веб-бақылау нысандарын анықтау". — 2020. — 11326–11335 б.

REFERENCES

B. Emek Soylu, M.S. Guzel, G.E. Bostanci, F. Ekinci, T. Asuroglu, and K. Acici (2023). "Deep-Learning-Based Approaches for Semantic Segmentation of Natural Scene Images: A Review," *Electronics*. — Vol. 12. — № 12. — 2023. DOI: 10.3390/electronics12122730.

B. Pishnamazi and E. Koushki (2023). "Study of nonlinear optical diffraction patterns using machine learning models based on ResNet 152 architecture," *AIP Advances*. — Vol. 13. — № 1. — 2023. DOI: 10.1063/5.0135380.

C. Chen, N. Hou, Y. Hu, S. Shirol, and E.S. Chng (2022). "Noise-robust speech recognition with 10 minutes unparallelled in-domain data," in *ICASSP 2022-2022 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, — 2022. — Pp. 4298–4302. DOI: 10.1109/ICASSP43922.2022.9747755.

H. Liang, A. Yu, M. Shao, and Y. Tian (2021). "Multi-feature guided low-light image enhancement," *Applied Sciences*. — Vol. 11. — № 11. — 2021. DOI: 10.3390/app11115055.

H. Sheng, X. Yu, F. Wang, M.D. Khan, H. Weng, S. Shariflou, and S.M. Golzan (2023). "Autonomous Stabilization of Retinal Videos for Streamlining Assessment of Spontaneous Venous Pulsations" *arXiv preprint arXiv*. — 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2305.06043.

L. Sanqian, H. Risa, F. Huazhu, L. Heng, N. Jingxuan, and L. Jiang (2023). "Content-Preserving Diffusion Model for Unsupervised AS-OCT image Despeckling," *arXiv preprint arXiv*. — 2023. DOI: 10.48550/arXiv.2306.17717.

L. Zou, Y. Li and F. Xu (2020). "An adversarial denoising convolutional neural network for fault diagnosis of rotating machinery under noisy environment and limited sample size case," *Neurocomputing*. — Vol. 407. — Pp. 105–120. — 2020. DOI: 10.1016/j.neucom.2020.04.074.

M. Yessenova, G. Abdikerimova, Z. Sadirmekova, and M. Karipola, G. Mukhamedrakhimova (2023). "Features of growth of agricultural crops and factors negatively affecting their growth," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*. — Vol. 30. — № 1.— Pp. 625–632. — 2023. DOI: 10.11591/ijeecs.v30.i1.pp625-632.

M. Yessenova, G. Abdikerimova, G. Murzabekova, and Z. Sadirmekova, R. Niyazova (2023). "Application of informative textural Law's masks methods for processing space images," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*. — Vol. 13. — № 4. — Pp. 4557–4566. —2023. DOI: 10.11591/ijece.v13i4.pp4557-4566.

P. Nagpal, S. A. Bhinge, and A. Shitole (2022). "A Comparative Analysis of ResNet Architectures," in *2022 International Conference on Smart Generation Computing, Communication and Networking (SMART GENCON)*. — 2022. — Pp. 1–8. DOI: 10.1109/SMARTGENCON56628.2022.10083966.

Q. Zhang, S. Wang, X. Wang, Z. Sun, S. Kwong, and J. Jiang (2020). "A multi-task collaborative network for light field salient object detection," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*. — Vol. 31. — № 5. — Pp. 1849–1861. — 2020. DOI: 10.1109/TCSVT.2020.3013119.

S. Ghose, N. Singh, and P. Singh (2020). “Image denoising using deep learning: Convolutional neural network,” in *2020 10th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*. — 2020. — Pp. 511–517. DOI: 10.1109/Confluence47617.2020.9057895.

S. Shanmugasundaram, and N. Palaniappan (2023). “Detection Accuracy Improvement on One-Stage Object Detection Using Ap-Loss-Based Ranking Module and Resnet-152 Backbone: *International Journal of Image and Graphics*. — 2023. DOI: 10.1142/S021946782450030X.

Y. Li, Y. Zhang, R. Timofte, L. Van Gool, Z. Tu, K. Du, and Y. Zhang (2023). “NTIRE 2023 challenge on image denoising: Methods and results,” in *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. — 2023. — Pp. 1904–1920.

Y. Shen, R. Ji, Z. Chen, X. Hong, F. Zheng, J. Liu, and Q. Tian (2020). “Noise-aware fully webly supervised object detection,” in *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition*. — 2020. — Pp. 11326–11335.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 91–103

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.221>

УДК 004.582

МРПТИ 20.51.17:

© **G. Bekmanova, A. Omarbekova, M. Kantureyeva, N. Baigabylov,
M. Kudabekov, 2023**

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

E-mail: ma_khantore@mail.ru

INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIOLOGICAL SURVEY RESEARCH

Bekmanova Gulmira — Head of Digital Development and Distance Learning Department, PhD, Associate Professor of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, 010000, Astana, Satpayev 2
E-mail: bekmanova_gt@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8554-7627>;

Omarbekova Assel — Vice director of Digital Development and Distance Learning Department, PhD, Associate Professor of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, 010000, Astana, Satpayev 2
E-mail: omarbekova_as@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9272-8829>;

Kantureyeva Mansiya — Associate Professor of the Department of Information Systems, Faculty of Information Technology, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 010000, Astana, Satpayev 2
E-mail: ma_khantore@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5904-820X>;

Baigabylov Nurlan — Associate Professor of the Department of Sociology, Faculty of Social Sciences, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 010000, Astana, Yanushkevich 6
E-mail: n.baigabyl@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8212-9171>;

Kudabekov Medet — Senior Lecturer of the Department of Sociology, Faculty of Social Sciences, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 010000, Astana, Yanushkevich 6
E-mail: kudabekov_mm@enu.kz, <http://orcid.org/0000-0002-5311-3768>.

Abstract. The dynamic development of modern information technologies has a significant impact on the methods of scientific research. The widespread use of the Internet has also changed the types of opinion polls. Opinion polls are one of the most important ways to understand the nature of public opinion of the population, as polls are considered the easiest and most accessible way to collect information. The authors note that the most widely used conditional forms of sociological survey are: interview, questionnaire, expert survey, sociometric survey and testing. In recent years, online surveys have been frequently used, but as the authors note, they still suffer from the poor quality of respondents' responses. The authors conducted a theoretical review of the history of Internet surveys and the coverage of respondents in sociological research. Due to the use of the Internet, Telegram, Google Forms,

SurveyMonkey and other digital services are becoming increasingly popular for conducting opinion polls. The researchers note that the use of digital services for opinion polls increases their accessibility and coverage of respondents. This article discusses chatbots as a new method of surveys that provide the opportunity to use different types of questions. The effectiveness of chatbots for conducting opinion polls that require a subjective opinion is substantiated.

Keywords: Information technology, sociological survey, online survey, chatbot, Telegram, Google Forms, SurveyMonkey, Internet

Financing: This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (BR21882302 Kazakhstan society in the context of digital transformation: prospects and risks).

© Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, М.А. Кантуреева, Н.О. Байғабылов,
М.М. Құдабеков, 2023

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.
E-mail: ma_khantore@mail.ru

ӘЛЕУМЕТТАНУЛЫҚ САУАЛНАМАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДЕГІ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Бекманова Гүлмира Тылеубердиевна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Цифрлық даму және қашықтықтан оқыту департаментінің директоры, т.ғ.к, PhD, қауымдастырылған профессоры 010000, Астана қаласы, Сатпаев 2

E-mail: bekmanova_gt@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8554-7627>;

Омарбекова Асель Сайлаубековна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Цифрлық даму және қашықтықтан оқыту департаменті директорының орынбасары, т.ғ.к., қауымдастырылған профессоры, 010000, Астана қаласы, Сатпаев 2

E-mail: omarbekova_as@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9272-8829>;

Кантуреева Мансия Арынбековна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Ақпараттық технологиялар факультеті, Ақпараттық жүйелер кафедрасының доценті, PhD, 010000, Астана қаласы, Сатпаев 2

E-mail: ma_khantore@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5904-820X>;

Байғабылов Нұрлан Оралбаевич — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Әлеуметтік ғылымдар факультеті, әлеуметтану кафедрасының доценті, PhD, 010000, Астана қаласы, Янушкевича 6

E-mail: n.baigabyul@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8212-9171>;

Құдабеков Медет Максұтович — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Әлеуметтік ғылымдар факультеті, әлеуметтану кафедрасының аға оқытушысы, әлеуметтік ғылымдар магистрі, 010000, Астана қаласы, Янушкевича 6

E-mail: kudabekov_mm@enu.kz, <http://orcid.org/0000-0002-5311-3768>.

Аннотация. Қазіргі заманғы ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуы ғылыми зерттеу әдістеріне де ерекеше әсер етуде. Интернеттің кең таралуы да әлеуметтанулық сауалнаманың түрлеріне өзгеріс әкелді. Сауалнама ақпарат жинаудың ең қарапайым және қол жетімді әдісі болып саналады. Әлеуметтанулық сауалнаманың кең қолданыстағы шартты түрдегі бес түрі деп:

сұқбат, анкета, эксперттік сауалнама, социометриялық сауалнама және тестілеу деп авторлар тарапынан атап көрсетіледі. Зерттеу барысында сауалнамалар қоғамдық пікірдің табиғатын түсінудің маңызды әдістерінің бірі болып табылады. Онлайн сауалнамалар соңғы жылдары жиі қолданылады, бірақ әлі де респонденттердің жауап беру сапасы бойынша кемшіліктері бар. Авторлар тарапынан интернеттегі сауалнама тарихына, респонденттерді қамту ауқымы бойынша теориялық шолу жасалған. Интернеттің қолдануымен Telegram, Google Forms, SurveyMonkey тағы басқа цифрлық сервистер әлеуметтанулық сауалнаманы тиімді қолдануда танымалдыққа ие. Зерттеушілер тарапынан әлеуметтанулық сауалнамалар үшін цифрлық сервистерді пайдалану олардың қолжетімділігін және респонденттердің қамтылуын арттыратыны атап өтілді. Бұл мақалада чат-боттар сұрақтардың әртүрлі түрлерін қолдануға мүмкіндік беретін сауалнамалардың жаңа әдісі ретінде қарастырылады. Субъективті пікірді қажет ететін әлеуметтік сауалнамалар жүргізу үшін чат-боттардың тиімділігі негізделген.

Түйін сөздер: Ақпараттық технология, әлеуметтанулық сауалнама, онлайн сауалнама, чатбот, Telegram, Google Forms, SurveyMonkey, Интернет

Қаржыландыру: Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитетімен қаржыландырылған (BR21882302 Цифрлық трансформация жағдайындағы қазақстандық қоғам: перспективалар мен тәуекелдер).

© Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, М.А. Кантуреева, Н.О. Байгабылов,
М.М. Қудабеков, 2023

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

E-mail: ma_khantore@mail.ru

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ОПРОСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Бекманова Гульмира Тылеубердиевна — к.т.н., PhD, ассоциированный профессор, директор Департамента цифрового развития и дистанционного обучения, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, 010000, Сатпаева 2, Астана, Казахстан

E-mail: bekmanova_gt@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-8554-7627>;

Омарбекова Асель Сайлаубековна — к.т.н., ассоциированный профессор, заместитель директора Департамента цифрового развития и дистанционного обучения, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, 010000, Сатпаева 2, Астана, Казахстан

E-mail: omarbekova_as@enu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9272-8829>;

Кантуреева Мансия Арынбековна — PhD, доцент кафедры информационных систем, факультет информационных технологий, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, 010000, Сатпаева 2, Астана, Казахстан

E-mail: ma_khantore@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5904-820X>;

Байгабылов Нурлан Оралбаевич — PhD, доцент кафедры социологии, факультет социальных наук, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 010000, Янушкевича 6, Астана, Казахстан

E-mail: n.baigaby1@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8212-9171>;

Кудабеков Медет Максutowич — магистр социальных наук, старший преподаватель кафедры социологии, факультет социальных наук, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 010000, Янушкевича 6, Астана, Казахстан

E-mail: kudabekov_mm@enu.kz, <http://orcid.org/0000-0002-5311-3768>.

Аннотация. Динамичное развитие современных информационных технологий оказывает значительное влияние на методы научных исследований. Широкое распространение интернета также изменило типы социологических опросов. Социологические опросы — один из самых важных способов понять природу общественного мнения населения, а также самый простой и доступный способ сбора информации. Авторы отмечают, что наиболее широко используемыми условными формами социологического опроса являются: интервью, анкета, экспертный опрос, социометрический опрос и тестирование. В последние годы часто используются онлайн-опросы, но, они по-прежнему страдают от низкого качества ответов респондентов. Авторами проведен теоретический обзор истории интернет-опросов и охвата респондентов при социологических исследованиях. В связи с использованием интернета, Telegram, Google Forms, SurveyMonkey и другие цифровые сервисы приобретают все большую популярность для проведения социологических опросов. Со стороны исследователей отмечается, что использование цифровых сервисов для социологических опросов повышает их доступность и охват респондентов. В данной статье рассматриваются чат-боты как новый метод опросов, которые предоставляют возможность использования различных типов вопросов. Обоснована эффективность чат-ботов для проведения социологических опросов, требующих субъективного мнения.

Ключевые слова: информационные технологии, социологический опрос, онлайн-опрос, чат-бот, Telegram, Google Forms, SurveyMonkey, интернет

Финансирование: Это исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (BR21882302 казахстанское общество в условиях цифровой трансформации: перспективы и риски).

Кіріспе

Адамзаттың қажеттіліктерін қанағаттандыру және жұмысты оңтайландыру мемлекеттік мекемелер үшін де, коммерциялық ұйымдар үшін де жұмыстың негізгі мақсаты болып табылады. Мысалға алатын болсақ тұтынушылардың қанағаттану деңгейі тауарлар мен көрсетілетін қызметтердің сапасын сипаттайтын жалғыз көрсеткіш болмаса да, ең маңызды критерий болып табылатыны белгілі.

Тұтынушылардың үміттерін қанағаттандыру туралы ақпарат алудың негізгі құралы-элеуметтанулық сауалнама.

«Сауалнама» терминін деректерді немесе ақпаратты жинау құралы ретінде түсіну.

Сауалнамалар адамдардың әлеуметтік жағдайларда өзін қалай ұстайтынын түсіну үшін тиімсіз болуы мүмкін, бірақ олар белгілі бір әлеуметтік құбылысқа қатысты адамдардың ойлары, пікірлері мен сенімдері туралы түсінік береді. Сонымен қатар сауалнама-ақпарат алу және әртүрлі қызығушылық тудыратын тақырыптарды түсіну мақсатында респонденттердің алдын ала анықталған тобынан деректерді жинау үшін қолданылатын зерттеу әдісі. Олар оны таңдалған әдістеме мен зерттеу мақсатына байланысты әртүрлі тәсілдермен жүргізе алады.

Әлеуметтанулық сауалнама — әлеуметтануда ең көп қолданылатын зерттеу әдісі. Аталмыш әдіс әлеуметтану ғылымның сандық және сапалық әдістерінде кең қолданылады. Бұл стандартталған, тереңдетілген сұхбаттар немесе сауалнамалар арқылы мақсатты популяция үлгісінен әлеуметтік деректерді әдістемелік жинау. Осылайша жиналған деректер сандық түрде салыстырылады және жүйелі түрде талданады. Онда зерттелетін айнымалылар туралы сипаттамалық ақпарат, екі немесе одан да көп айнымалылар арасындағы корреляция және себеп-салдарлық талдау. Сауалнама ақпарат жинаудың ең қарапайым және қол жетімді әдісі болып саналады. Әлеуметтанулық сауалнаманың шартты түрде бес түрін шартты түрде жіктеуге болады: сұқбат, анкета, эксперттік сауалнама, социометриялық сауалнама және тестілеу.

Сауалнамалық әдістің тиімділігі, қарапайымдылығы, үнемділігі оны өте танымал және басымдыққа айналдырады (Ефимова, 2014). Алайда, бұл қарапайымдылық пен қол жетімділіктің көрінуі сирек емес. Мәселе сауалнама жүргізу емес, сапалы деректерді алу болып табылады. Бұл үшін тиісті жағдайлар, белгілі бір талаптарды сақтау қажет: сенімді құралдардың болуы, сауалнаманың қолайлы жағдайын жасау, мамандардың кәсібилігі және т.б.

Әлеуметтанулық сауалнамалар белгілі бір себептер бойынша респонденттердің пікірлерін анықтау үшін жүргізіледі. Әдісті әлеуметтанушылар бағалайды, өйткені ол кездейсоқтық принципіне негізделген. Зерттеуге бір-бірімен ешқандай байланысы жоқ адамдардың максималды саны қатысады. Жұмыс нәтижелері бойынша әртүрлі пікірлер тіркеледі, олардың негізінде статистика құрылады.

Сауалнамалар популяцияның қасиеттерін түсіну үшін жеке адамдардан ақпарат жинаудың жүйелі әдісі болып табылады және деректерді алу немесе эксперименттер арқылы нәтиже алу үшін академиялық зерттеулердегі маңызды әдістердің бірі болып табылады. Алғашқыда сауалнамалар демографияны зерттеу үшін пайдаланған екен, бірақ сауалнамалар өзекті мәселелерді түсіну үшін жүргізіле бастады, кейінірек қоғамдық пікірді немесе нарықты зерттеу үшін пошта немесе телефон сияқты бұқаралық ақпарат құралдарын қолдана отырып сауалнамаларға айналды.

Бүгінде заманауи ақпараттық технологиялардың, интернет-технологиялардың дамуы мен таралуымен сауалнамалар онлайн режимінде жүргізіле бастады, кейінірек ұялы телефондардың танымал болуымен әртүрлі зерттеулер пайда болды және сауалнама жүргізу технологиялары жетілдірілді.

Global Market Research (ESOMAR) мәліметтері бойынша, 2014 жылы сауалнамалардың шамамен 26 %-ы онлайн режимінде жүргізілді және онлайн сауалнама бағдарламалық қамтамасыз ету нарығында өсуде.

Бүгін әлемді интернетсіз елестету мүмкін емес. Өйткені, әрқайсымыздың таңымыз ұялы телефондағы таспадан басталады.

Әлеуметтану саласындағы онлайн сауалнамалар-әлеуметтану мен веб-бағдарламалаудың түйіскен жерінде қалыптасқан және белсенді дамып келе жатқан зерттеу бағыты. Сауалнамалар ақпараттық технологиялардың сүйемелдеуімен зерттеу саласында респонденттерден пікірді жинақтауда, өңдеуде: уақыт үнемдеуде, географиялық кеңістікті қамту бойынша көптеген артықшылықтарға ие.

Қазіргі ақпараттық технологиялар әлеуметтанулық зерттеулер әдіснамасының дамуына айтарлықтай әсер етеді. Қазіргі уақытта қоғамдық пікірді зерттеу электронды түрде жүргізілуде, бұл олардың жүргізілу жылдамдығымен және салыстырмалы түрде арзан бағамен және әдістемелік артықшылықтармен байланысты ұйымдастырушылық қасиеттермен анықталады, өйткені Интернет арқылы зерттеу кейде белгілі бір түрдегі қателіктерден аулақ болудың ең қарапайым және қол жетімді әдісі болып табылады, мысалы, «сұхбат берушінің әсері» немесе топтың салдары қысым (Иванова, 2015). Сонымен қатар, веб-зерттеулер ғылыми ортада кеңінен қабылданбайды, бұл бір жағынан интернеттендіру проблемаларымен, екінші жағынан интернет — алаңдарды ұйымдастырудағы қиындықтармен байланысты (Кед, 2015).

Қазіргі уақытта әлемде Интернет халықтың көпшілігінің күнделікті өмірінің ажырамас элементіне айналғаны белгілі. Интернетті әлеуметтанулық ақпарат жинау құралы ретінде пайдалануда. Интернет қолданушыларына алғашқы әлеуметтанулық сауалнама 1994 жылы қаңтарда жүргізілгенін американдық ғалым Дж. Пит (Джорджиядағы технологиялық институт) нәтижесінде 4,5 мың жауап алынды және интернет-аудиторияның сипаттамалары анықталғанын көрсеткен. Бұл сұрақтар 1998 жылдың соңына дейін жарты жылдық аралықпен жүйелі түрде жүргізіліп, респонденттер саны 88 мың адамға дейін өскені туралы айтқан.

Аудиторияға сауалнама жүргізу кез-келген компанияны алға жылжытудың міндетті бөлігі болып табылады. Сауалнаманың көмегімен сіз жаңа өнімдер мен бизнес-идеяларды сынап аласыз, клиенттер мен қызметкерлердің адалдығын бағалай аласыз, әртүрлі маркетингтік және әлеуметтік зерттеулер жүргізе аласыз және т.б. сауалнамаларды қолмен жасамау және қажетті сұрақтарды іздеуге уақыт жұмсамау үшін — дайын шешімдер мен ыңғайлы басқару құралдарын ұсынатын сауалнама қызметтерін пайдаланыңыз.

Қазіргі уақытта кез — келген мекеме интернет технологияның интерактивті мүмкіндіктерін белсенді пайдаланады, сонымен қатар мынадай негізгі бағыт бойынша онлайн сауалнамалар жүргізеді:

1. Бірінші бағыт-желілік іс-әрекет, яғни мысалыға алатын болсақ сайт-

тың жұмыс істеу тиімділігі және провайдерлік қызметтердің сапасы, оларды қарауға кететін уақыт, желіге кірудің жүйелілігі мен ұзақтығы және т.б.

2. Екінші бағыт-әртүрлі қызметтер мен тауарлар нарығындағы тұтынушылық көзқарастар. Осы типтегі сауалнамалар онлайн зерттеулердің негізгі массивін құрайды. Мысалы, жаңа ғана пайда болған жаппай тұтыну тауарлары мен қызметтерінің жаңа түрлеріне қатынасын өлшеуге бағытталған. Бұл автокөліктің жаңа маркасы, косметикалық тауарлар, жаңа дербес компьютерлер болуы мүмкін. Бұл жерде дауыс беруге барлық талаптар қойылады: өнімнің сыртқы дизайны, оның қаптамасы, бағасы, қызмет көрсету сапасы, керек десеңіз кеңсе қызметкерлерінің немесе сатушылардың сыпайылығы, қажетті ақпаратты алу мүмкіндігі, күту уақыты, сонымен қатар дүкендердің немесе банктердің белгілі бір жүйесінде.

Қазіргі таңда онлайн сауалнамалардың көптеген классификациялары әзірленген.

Онлайн сауалнамалар кез келген идея немесе оқиға бойынша жылдам кері байланыс алуға көмектеседі. Осылайша сенімді деректермен қамтамасыз етілген шешімдер қабылдай алады. Бұл табысқа жету ықтималдықты арттырады және одан әрі әрекет ету стратегиясын жасайды.

Нақты уақыттағы дауыс беру қосымшасы тәжірибе бойынша кері байланыс жинай алады. Жиналған деректерді есептер мен талдаулар жасау және нақты уақыт режимінде қызмет көрсетуді жақсарту үшін пайдалануға болады.

Конфигурацияға байланысты онлайн сауалнамалар респонденттерге жедел нәтижелерді ұсына алады. Бұл сондай-ақ оларға көпшіліктің пікірімен салыстырғанда олардың пікірлері туралы нақты түсінік береді.

Онлайн режимінде ақпарат жинаудың әлеуметтанулық әдістерінің ішіндегі ең кең тарағаны – сауалнама-мазмұны эмпирикалық деңгейде зерттеу проблемасын тудыратын интернет желісі арқылы сұрақтары бар адамдардың зерттелетін жиынтығына негізінен жазбаша жүгінуге негізделген бастапқы әлеуметтанулық ақпаратты алу әдісі.

Онлайн сауалнамалар жағдайында бұл дәстүрлі сауалнама әдістеріне қарағанда арзанырақ және ыңғайлырақ және сауалнама көп уақытты қажет етпейтін артықшылығы бар. Пайдаланушы бола тұра, сіз өзіңіз қалаған уақытта сауалнама жүргізе аласыз және физикалық сұхбат беруші болмағандықтан, оның артықшылығы бар осыдан туындауы мүмкін қатені азайту болып табылады. Сонымен қатар, аралас зерттеу әдісі және адаптивті тексеру кейде қолданыстағы зерттеу әдістерінің өзгеруімен бірге қолданылады.

Соңғы жылдары сауалнамаларға енгізу арқылы әртүрлі салаларда кеңінен қолданылатын чатботтармен тәжірибе жасау мақсатында көптеген зерттеулер жүргізілді. Интернет кең таралғандықтан, онлайн сауалнамалардың жаңа пайда болуы алдыңғы қатарлы жасанды интеллект технологияларын пайдалана отырып, чатбот сауалнамалары сауалнама парадигмасына айналуы және жаңа сауалнамалар үшін әдіснамаға айналуы мүмкін бе деген маңызды мәселе болып табылады. Дәстүрлі сауалнамалардың кемшіліктерінің бірі-

зерттеулердің әртүрлі тәсілдермен жүргізілуі, әсіресе онлайн сауалнамаларда проблемалы болып табылатын жауаптардың сапасына және чатботтар арқылы сауалнамаларды жақсартуға бола ма, жоқ па. Интерактивті чатботтар жағдайында, олар messenger бағдарламасы арқылы жүзеге асырылатындықтан, олардың артықшылығы бар.

Зерттеу әдістері

Соңғы жылдары жасанды интеллект технологияларының дамуы зерттеудің ең белсенді бағыты болып келе жатыр, күн сайын жаңа өнім түрлері пайда болып және кадам сайын дамып жатқаны байқалады. Чатбот (Chatbot) — бұл нақты агентке немесе өнім сатушысына сәйкес келетін адам емес, мобильді мессенджерде немесе компьютерде интерактивті интерфейсті қолдана отырып, пайдаланушымен табиғи тілде байланысатын интерактивті жүйе, Бұл бағдарламаланған интерактивті агентке қатысты модель басқарады, ережеге негізделген, іздеуге негізделген модель немесе генеративті модельге негізделген технология. Жалпы, чатботтарды компьютерде немесе мессенджерлерде пайдалануға болады, бірақ мобильді мессенджерлер кең таралуда және мобильді мессенджерлердің бүкіл әлем бойынша айына 5 миллиардтан астам пайдаланушысы бар, әсіресе Whatsapp қосымшасын қоса алғанда 2 миллиардтан астам пайдаланушысы бар.

Сөйлесу әдісі бойынша чатботтар дауыстық және мәтіндік болып табылады. Мәтіндік боттар кілт сөздерді таниды. Дауыстық чатботтар қолданушымен ауызша қарым-қатынас арқылы байланысады, адамның сөйлеуін тани алады және қайталай алады.

Топтық түрдегі чат болады, яғни топтық-бірнеше сұхбаттасушылармен сөйлесу үшін: екі немесе одан да көп. Мұндай чаттар ашық және жабық. Ашық-оларға жұмыс кеңістігінің кез келген қызметкері қосыла алады. Жабық-оларға тек жұмыс кеңістігінің әкімшісі шақырған қызметкерлер қатыса алады.

Ал «Бот» («робот» сөзінің қысқартылғаны) автоматты, алдын ала конфигурацияланған, қайталанатын тапсырмаларды орындайтын бағдарлама. Боттар әдетте пайдаланушы әрекетіне еліктейді немесе ауыстырады. Боттар автоматтандырылған, сондықтан олар пайдаланушыларға қарағанда әлдеқайда жылдам жұмыс істейді.

Басқа чатботтар сияқты, Telegram боты-бұл мессенджер пайдаланушысы мен үшінші тарап қызметі арасында делдал ретінде әрекет ететін сценарий. Telegram боттарының қауіпсіздігін Telegram қамтамасыз етеді.

Telegram арқылы берілетін барлық ақпарат криптографиялық жүйе арқылы шифрланады. Ол MTProto протоколына негізделген және заманауи RSA-2048 және DH2048 шифрлау алгоритмдерін қолданады.

2014 жылы Google-дің "Mobile First World Conference" — де көрсетілгендей, адамдарда компьютерлерге немесе планшеттерге қарағанда мобильді құрылғыларды пайдалануға көп уақыт бар (Лебедев, 2010). Онлайн сауалнамалар мобильді құрылғыларды көбірек пайдаланады және

қазірдің өзінде көптеген зерттеулер жүргізілуде және барлық салалар мен технологиялар мобильді құрылғылар үшін қолайлы орта жасауы маңызды.

Surveybot-Facebook Messenger және Facebook Workplace үшін сөйлесу сауалнамасы құралы. Сауалнамалар 18 түрден құрылады — бірнеше жауап нұсқалары, NPS, рейтинг, таңдамалы мәтін, медиа.

Сауалнама тақталары оларды Facebook Messenger-де ашқан ізбасарлар үшін жасалуы мүмкін. Пайдаланушылар профиль атрибуттарына, бұрын аяқталған немесе аяқталмаған сауалнамаларға және сұрақтарға нақты жауаптарға негізделген сегменттер бойынша сұрыпталады.

Чатботта сауалнамаларды алғаш жасаған кезде оларды Facebook жарнамалары, Facebook хабарламалары немесе сауалнамаңызға бірегей сілтеме арқылы жылжыту қажет болады. Респонденттер сауалнамаларды толтыра бастағанда, олар автоматты түрде "жазылушылар" мәртебесіне ауысады (Мавлетова, 2010). Surveybot-та оқырмандарыңыз болғаннан кейін, сіз оларға жаңа сауалнамаларды тікелей Messenger арқылы жібере аласыз.

Алынған мәліметтер респонденттердің профильдерімен бірге көрсетіледі және жауаптарды CSV-ге экспорттауға болады. Surveybot барлық таңдаулы жауаптарды, NPS ұпайларын және ашық сұрақтарды қорытындылайды (Некрасов, 2011). Сіз бақылау тақтасын пайдаланып, науқандардың барысын және сауалнаманы аяқтағандардың пайызын көре аласыз.

Жалпы, мобильді мессенджер ретінде пайдаланылатын және қарапайымдылық пен танысу сияқты сипаттамалары бар чатботтардың сауалнамалар жүргізудің жаңа құралы ретінде, соның ішінде бірнеше таңдау және субъективті екенін байқауға болады.

Дәстүр бойынша, сауалнама әдістерін тізімдейтін болсақ, онда бұл жеке сауалнамалар, телефон сауалнамалары, пошта сауалнамалары және онлайн сауалнамалар. Төмендегі кестеде зерттеулер анықталған.

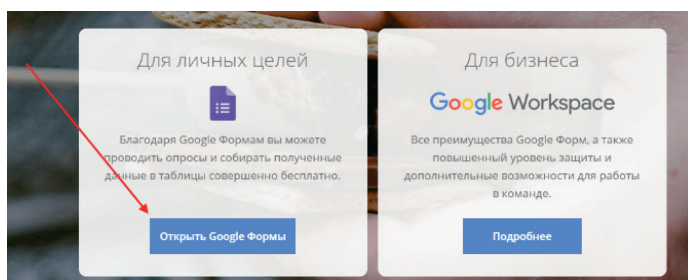
Кесте 1. Өрбір зерттеу әдісінің тарауы/кемшіліктері

Деректерді жинау әдісі	Артықшылықтары	Кемшіліктері
Personal	Жауаптардың жоғары пайызы бар күрделі сұрақтар үшін көрнекі құралдарды пайдалануға болады	Біржақтылықты болдырмау үшін уақытты қажет ететін тиімсіз оқыту
Telephone	Жеке, арзанырақ немесе көп уақытты қажет ететін, жоғары жауап беру жылдамдығымен түсіндіруге мүмкіндік береді	Өзара түсіністік орнатуды қиындататын көрнекі құралдардың болмауы
Post	Көбірек мақсатты Көрнекі құралдар (шектеулі мөлшерде болса да) төмен жауап көрсеткіштері (Больше целевых наглядных пособий (хотя и в ограниченном количестве) Более низкие показатели отклика)	Деректерді жинауға жауап жоқ уақыт
Electronic	Үлкен мақсаттарға арналған көрнекі құралдар жылдам әрекет ету деректерді жылдам жинау (Наглядные пособия для более крупных целей Быстрое реагирование Быстрый сбор данных)	Жауаптардың төмен пайызы жауаптың болмауы барлық тақырыптар бойынша қол жетімді емес

Интернет тараған сайын алдымен электрондық пошта арқылы онлайн сауалнамалар жүргізіле бастады, кейінірек веб-сауалнамалар пайда болды (Шапиро, 2017). Электрондық пошта арқылы жауап сұрай алады, «Google Forms» сияқты белгілі бір веб-сайтты пайдалана алады немесе онлайн сауалнама деп атауға болатын сауалнама жүргізу үшін «SurveyMonkey» сияқты жазылымды пайдалана алады.

Google Forms-деректерді жинау, онлайн тестілеу және дауыс беру үшін пішіндер жасауға мүмкіндік беретін онлайн құрал. Көбінесе формалар клиенттерге сауалнама жүргізу немесе студенттер мен мектеп оқушылары арасында тестілеу жүргізу үшін қолданылады. Қызметтің функционалдығы көп қырлы, бірақ ол сирек толық күшінде қолданылады.

Форманы редакторын тікелей Google Forms-те немесе Google-ден кез-келген басқа қызмет арқылы ашуға болады. Төмендегі суретті мысалы ретінде көрсетуге болады (1 сурет). «Форма» бөліміне кіріп-Google Forms жасау терезесіне өтіп, «Жеке мақсаттар үшін» блогында «Google формасын ашу» түймесін басу арқылы жұмысты ары қарай жүргізуге болады.

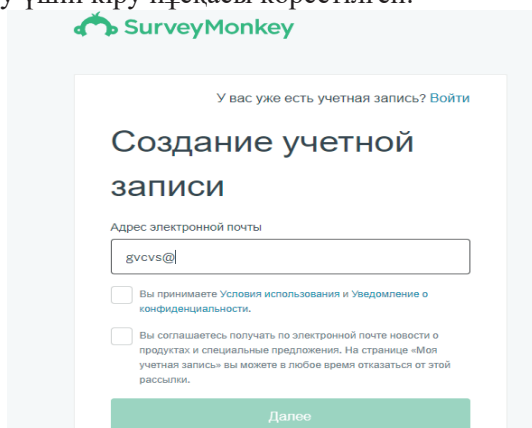


1 сурет- Google Forms-те жұмыс жасау жүйесі

Интернеттегі сауалнамаларды жүргізуге арналған көптеген конструкторлардан айырмашылығы, Google формалары барлық мүмкіндіктерге шектеусіз қол жеткізуге мүмкіндік береді-барлық Google қызметтері үшін ортақ есептік жазбаны тіркеу жеткілікті. Сонымен қатар, Google пішіндері қарапайым және қысқа дизайнға ие. Пішіндерді шаблондар мен жасалған тақырыптар арқылы теңшеу мүмкіндігі — бұл құралдың тағы бір маңызды ерекшелігі.

SurveyMonkey: әлемдегі ең танымал тегін онлайн сауалнама құралы. SurveyMonkey-бұл қарапайым және кішігірім сауалнамалар жасауға, сауалнамаларды жаппай таратуға және тенденцияларды анықтауға және үлкен зерттеулер жасауға арналған қызмет (Зборовский, 2016). Қызмет сауалнамаларды жылдам құруға, олардың сыртқы түрін өзгертуге, сұрақтарды ауыстыруға, А/Б тестілеуін өткізуге, сайттар мен әлеуметтік желілерге сауалнамалар енгізуге, өте егжей-тегжейлі және көрнекі есептер жасауға, деректерді қорғауға және MailChimp, GroSocial, CleverReach және басқа қызметтермен біріктіруге мүмкіндік береді.

SurveyMonkey сауалнама құралында көптеген қызметтер түрлерін жасай алады. Мысалы, өз брендімен сауалнамалар, барлық тілдерді қолдау (Unicode), сұрақтар логикасы және т.б. Төмендегі 2-суретте SurveyMonkey сауалнама құралын пайдалану үшін кіру нұсқасы көрсетілген.



2 сурет- SurveyMonkey сауалнама құралының басты терезесі.

Сауалнамалар мен формаларды онлайн режимінде бірнеше минут ішінде тегін жасап сауалнама мен форма бағдарламалық құралында әлемдік көшбасшымен бірге деректерді алу арқылы сұрауға, тындауға және жылдам әрекет жасауға болады.

4 танымал онлайн сауалнама құрастырушыларына төменде кестедегі талдауға қарап қорытынды жасасақ болады.

Кесте 2 - 4 Танымал онлайн сауалнамаға талдау

Қызмет	Артықшылықтары	Кемшіліктері	Бағасы
Google Forms	-қарапайым интерфейс, тегін пайдалану, -мобильді құрылғыларға бейімделу, -сенімділік: деректер бұлтта сақталады, бұл деректердің жоғалу қаупін айтарлықтай төмендетеді.	-Google Forms-ті сайтқа енгізу тек сілтеме болады. Бұл ретте сұрақтар саны шектелмейді.	тегін
SurveyMonkey	бәсекелестермен салыстырғанда көбірек параметрлер; әрқайсысында 10 сұрақтан және бір сауалнамада 40 жауаптан тұратын шексіз сауалнамалар жасауға мүмкіндік беретін тегін тариф бар; пайыздық қатынастарды визуалды түрде көрсету үшін қарапайым кестелер мен диаграммалар құру; сервисті баптау мәселелері бойынша пайдаланушыларға жедел қолдау көрсету.	-үйрену үшін біраз уақыт алатын конструктор; қызметтің мерзімді қолжетімсіздігі	тарифтер айына 35 доллардан басталады

WebAsk	-түсінікті және ыңғайлы интерфейс; -3-ке дейін сауалнама жасауға және айына 100-ге дейін жауап беруге болатын тегін тариф бар; -негізгі функциялар ақысыз қол жетімді — мысалы, "иә/жоқ" жауабы, бір немесе бірнеше жауап таңдауын таңдау, ашылмалы жауап тізімі немесе телефон нөмірлерін жинауға арналған маска.	-тек екі тілдік локализация: орыс және ағылшын; -бәсекелестермен салыстырғанда деректерді өңдеуге арналған сыртқы қызметтермен интеграция аз, статистиканы жинауға және Telegram-ға жауаптар жіберуге арналған Яндекс пен Google пикселдері сияқты негізгі мүмкіндіктер бар.	тарифтердің құны айына 4,9 доллардан басталады.
Typeform	-ыңғайлы басқару; -тегін тариф бар;	басқару тақтасы тек ағылшын тілінде	тарифтердің құны-айына 24\$ бастап

Технологияның қарқынды дамуымен және жаңа парадигмалардың пайда болуымен синергетикалық әсер біз көп назар аудармаған бөліктерде көрінуі мүмкін. Атап айтқанда, негізінен чатботтармен жұмыс істейтін мобильді мессенджер қазіргі дәуірде өмір сүретін адамдардың көпшілігі қолданатын құралдардың бірі болып табылады және бұл фактінің өзі үлкен әлеуетке ие (Щитова, 2012). Сауалнаманы мобильді мессенджерге қолдану ыңғайлылық пен қол жетімділіктің артықшылығын пайдалануға мүмкіндік береді, сонымен қатар чатбот, бағдарламаланған интерактивті интерфейс, адамдарды кез келген уақытта және кез келген жерде ауыстыруға және жауап беруге арналған тамаша комбинация.

Қорытынды

Ғылыми жарияланымдарды талдауға сүйене отырып, әлеуметтанулық сауалнамаларды қолданатын зерттеушілердің көпшілігі онлайн-сауалнамаға көшті деп қорытынды жасауға болады. Бұл ауысу объективті және қазіргі қоғамды ақпараттандырудың жоғары деңгейімен анықталады.

Әлеуметтік сауалнамалық зерттеулердегі ақпараттық технологиялардың жан-жақты кең қолданылуы заманауи интернет қызметтерін пайдаланудың қол жетімділігі мен қарапайымдылығы зерттеушілер шеңберін, респонденттер қорын кеңейтуге мүмкіндік берді. Интернет-сауалнамалар біздің күнделікті өмірімізде мықтап бекітілген. Қазақстанның электронды экономиканы дамыту бағытын қабылдауымен халық пен басқару құрылымдарының кері байланысын орнату үшін онлайн-сауалнамаларды қолданудың жаңа формалары ашылады.

Әртүрлі тауарлар мен қызмет көрсету нарықтарындағы тұтынушылардың пікірлері мен қалауларын зерттеуге сұраныстың артуы коммерциялық негізде интернет-сауалнамалармен айналысатын көптеген ұйымдарды тудырды. Кәсіби мамандар интернет-сауалнама арқылы алынған ақпараттың сенімділігі мен сапасы мәселесінің маңыздылығын жақсы түсінеді.

Онлайн сауалнамалардың тиімділігін арттырудың ұсынылған әдістерінің айрықша ерекшелігі-көп өлшемді статистикалық талдау әдістерін қолдану. Ұсынылған әдістер сауалнама барысында алынған барлық деректер түрлерінің сапасына талдау жасауға мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

Ефимова Д.М. (2014). Сравнительный анализ сервисов для продвижения опроса в сети интернет / Д.М. Ефимова, С.В. Ермолаев // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. Вступление. Путь в науку. — 2014. — № 1–2 (9). — 88–95 б.

Иванова В.А. (2015). Особенности проведения дистанционных опросов онлайн / В.А. Иванова // Маркетинг в России и за рубежом. — 2015. — № 1. — 11–16 б.

Кед А.П. (2015). Интернет-опрос как метод социологического исследования / А.П. Кед, П.М. Агаева // Проблемы современной экономики (Новосибирск). — 2015. — № 27. — 112–116 б.

Лебедев П.А. (2010). Метод онлайн-фокус-групп как исследовательский инструмент // Социология 4М. — 2010. — № 31.

Мавлетова А.М. (2010). Социологические опросы в сети Интернет: возможности построения типологии // Социология 4М. — 2010. — № 31.

Некрасов С.И. (2011). Сравнение результатов онлайн- и офлайн-опросов (на примере анкет разной сложности // Социология 4М. — 2011. — № 3

Пять инструментов для проведения онлайн-опросов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ibusiness.ru>.

Стребков Д.О. Социологические опросы в Интернете: возможности и ограничения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecsocman.hse.ru/>

Шапиро М.Г. (2017). Классификация методов опроса в социологии // Социальные исследования. — 2017. — № 2. — 51–58 б.

REFERENCES

Efimova D.M. (2014). Comparative analysis of services for the promotion of the survey on the Internet / D.M. Efimova, S.V. Ermolaev // Bulletin of the Plekhanov Russian University of Economics. Introduction. The path to science. — 2014. — No. 1-2 (9). — Pp. 88–95.

Ivanova V.A. (2015). Features of conducting remote surveys online / V. A. Ivanova // Marketing in Russia and abroad. — 2015. — No. 1. — Pp. 11–16.

Ked A.P. (2015). Internet survey as a method of sociological research / A. P. Ked, P. M. Agaeva // Problems of modern Economics (Novosibirsk). — 2015. — No. 27. — Pp. 112–116.

Lebedev P.A. (2010). Method of online focus groups as a research tool // Sociology 4M. — 2010. — No. 31.

Mavletova A.M. (2010). Sociological surveys on the Internet: the possibilities of constructing a typology // Sociology 4M. — 2010. — No. 31.

Nekrasov S.I. (2011). Comparison of the results of online and offline surveys (using questionnaires of varying complexity as an example // Sociology 4M. — 2011. — No. 3

Five tools for conducting online surveys [Electronic resource]. – Access mode: <http://ibusiness.ru>.

Strebkov D.O. Sociological surveys on the Internet: opportunities and limitations [Electronic resource]. – Access mode: <http://ecsocman.hse.ru/>

Shapiro M.G. (2017). Classification of survey methods in sociology // Social research. — 2017. — No. 2. — Pp. 51–58

УДК 004.931

© M.A. Bersugir¹, G.U. Mamatova^{2*}, A.A. Nurpeisova³, M.B. Ongarbayeva⁴,
Zh.T. Altynbekova⁴, 2023

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;

²Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

³S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Kazakhstan;

⁴International Taraz Innovation Institute named after Sherkhan Murtaza,
Taraz, Kazakhstan.

E-mail: mamatova.gulnar@bk.ru

USING MACHINE LEARNING METHODS TO IMPROVE TEXTURE-TYPE IMAGES

Bersugir Mukhamedi — Senior Lecturer, Department of Mathematics and Mathematical Modeling,
Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: bersugir68@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0889-2069>;

Mamatova Gulnar — Senior Lecturer, Department of Chemical Physics and Materials Science, Al-
Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: mamatova.gulnar@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6338-6093>;

Nurpeisova Ardak — Department of Information Systems, Faculty of Computer Systems and
Professional Education, Kazakh Agrotechnical Research University named after. S. Seifullina,
Astana, Kazakhstan

E-mail: naa11317@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>;

Ongarbayeva Maral — International Taraz Innovation Institute named after Sherkhan Murtaza,
Taraz, Kazakhstan

E-mail: ongarbaevam@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0698-666X>;

Altynbekova Zhanar — International Taraz Innovation Institute named after Sherkhan Murtaza,
Taraz, Kazakhstan

E-mail: janka1930@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5258-7243>.

Abstract. This article is about machine learning methods that focus on textural image enhancement, namely enhancing objects in images. The purpose of the study is to develop image enhancement algorithms and determine the accuracy of the considered image enhancement models of this type. Although digital imaging systems in use today generally provide high quality images, external factors or even system limitations can result in images in many scientific fields being of poor quality and resolution. Therefore, the threshold values of image processing of a certain field of science are considered. The first step in image processing is image enhancement. Issues of signal image processing remain the focus of attention

of various specialists. Currently, along with the development of information technology, automatic improvement of images used in any field of science is one of the urgent tasks. Images were analyzed as objects: license plates, faces, areas of fields in satellite images. In this work, we propose to use super-resolution Generative Adversarial Network (SRGAN), Extended Generative Adversarial Networks (ERSGAN) models. To do this, an experiment was conducted, the purpose of which was to retrain the trained ESRGAN model with three different convolutional neural network architectures, i.e.e. VGG19, MobileNet2V, ResNet152V2 to add perceptual loss (per pixel), as well as sharpen the test image prediction and compare the performance of each retrained model. As a result of the study, the use of convolutional neural networks for image improvement showed high accuracy, that is, on average ESRGAN+MobileNETV2 – 91 %, ESRGAN+VGG19 – 86 %, ESRGAN+ResNet152V2 – 96 %.

Keywords: Image processing, SRGAN, ERSGAN, VGG19, MobileNet2V, ResNet152V2, machine learning, Super-Resolution

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

© М.Ә. Берсүгір¹, Г.У. Маматова^{2*}, А.А. Нурпейсова³, М.Б. Онгарбаева⁴,
Ж.Т. Алтынбекова⁴, 2023

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті,
Алматы, Қазақстан;

²Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан;

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

⁴Ш. Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты,
Тараз, Қазақстан.

E-mail: mamatova.gulnar@bk.ru

ТЕКСТУРАЛЫҚ ТИПТЕГІ СУРЕТТЕРДІ ЖАҚСARTU YШIN МАШИНАЛЫҚ ОҚYТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ

Берсүгір Мұхамеди Әмірұлы — Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің «Математика және математикалық модельдеу» кафедрасының аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан

E-mail: bersugir68@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0889-2069>;

Маматова Гульнар Уғизбаевна — Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің «Химиялық физика және материалтану» кафедрасының аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан

E-mail: mamatova.gulnar@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6338-6093>;

Нурпейсова Ардақ Алданышовна — С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, «Компьютерлік жүйелер және кәсіби білім беру» факультеті «Ақпараттық жүйелер» кафедрасы, Астана, Қазақстан

E-mail: naa11317@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>;

Онгарбаева Марал Буркитбаевна — Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты, Тараз, Қазақстан

E-mail: ongarbaevam@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0698-666X>;

Алтынбекова Жанар Тансықовна — Шерхан Мұртаза атындағы Халықаралық Тараз инновациялық институты, Тараз, Қазақстан
E-mail: janka1930@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5258-7243>.

Аннотация. Бұл мақала текстуралық кескінді, атап айтқанда кескіндердегі нысандарды жақсартуға бағытталған машиналық оқыту әдістеріне арналған. Зерттеудің мақсаты кескіндерді жақсарту алгоритмдерін жасау және берілген кескін түрін жақсарту үшін қарастырылған модельдердің дәлдігін анықтау болып табылады. Қазіргі уақытта қолданылатын сандық бейнелеу жүйелері әдетте жоғары сапалы кескіндерді қамтамасыз етсе де, сыртқы факторлар немесе тіпті жүйе шектеулері ғылымның көптеген салаларындағы кескіндердің сапасы мен ажыратымдылығының төмен болуына әкелуі мүмкін. Сондықтан белгілі бір ғылым саласының кескіндерін өңдеудің шекті мәндері қарастырылады. Кескінді өңдеудің бірінші қадамы кескінді жақсарту болып табылады. Сигнал кескінін өңдеу мәселелері әртүрлі мамандардың назарында. Қазіргі уақытта ақпараттық технологияның дамуымен қатар ғылымның кез келген саласында қолданылатын бейнелерді автоматты түрде жетілдіру өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Объектілер ретінде келесі бейнелер талданды: автомобильдердің мемлекеттік нөмірлері, бет-әлпеттері, спутниктік суреттердегі өріс учаскелері. Бұл жұмыста біз Super-Resolution Generative Adversarial Network (SRGAN), Extended Super-Resolution Generative Adversarial Networks (ERSGAN) үлгілерін пайдалануды ұсынамыз. Бұл үшін эксперимент жүргізілді, оның мақсаты конволюционды нейрондық желінің үш түрлі архитектурасы бар оқытылған ESRGAN моделін қайта даярлау болды, яғни VGG19, MobileNet2V, ResNet152V2 перцептивті жоғалтуды (пиксель бойынша) қосу үшін, сонымен қатар сынақ кескінін болжауға көбірек айқындық қосады және әрбір қайта оқытылған үлгілердің өнімділігін салыстырады. Зерттеу нәтижесінде кескінді жақсарту үшін конволюционды нейрондық желілерді қолдану жоғары дәлдікті көрсетті, яғни орташа есеппен ESRGAN+MobileNETV2 – 91 %, ESRGAN+VGG19 – 86 %, ESRGAN+ResNet152V2 – 96 %.

Түйін сөздер: Кескінді өңдеу, SRGAN, ERSKAN, VGG19, MobileNet2V, ResNet152V2, машиналық оқыту, Super-Resolution

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

© М.А. Берсугир¹, Г.У. Маматова^{2*}, А.А. Нурпейсова³, М.Б. Онгарбаева⁴,
Ж.Т. Алтынбекова⁴, 2023

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
Алматы, Казахстан;

²Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Алматы, Казахстан;

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

⁴Международный Таразский инновационный институт имени Шерхана
Муртазы, Тараз, Казахстан.
E-mail: mamatova.gulnar@bk.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТЕКСТУРНОГО ТИПА

Берсугир Мухамеди Амирович — старший преподаватель, кафедры «Математика и математическое моделирование», Казахского национального педагогического университета имени Абая, Алматы, Казахстан

E-mail: bersugir68@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0889-2069>;

Маматова Гульнар Угизбаевна — старший преподаватель, кафедры «Химическая физика и материаловедение», Казахского национального университета имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан

E-mail: mamatova.gulnar@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-6338-6093>;

Нурпейсова Ардак Алданышовна — кафедра информационных систем, факультет компьютерных систем и профессионального образования, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

E-mail: naa11317@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>;

Онгарбаева Марал Буркитбаевна — Международный Таразский инновационный институт имени Шерхана Муртазы, Тараз, Казахстан

E-mail: ongarbaevam@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0698-666X>;

Алтынбекова Жанар Тансыковна — Международный Таразский инновационный институт имени Шерхана Муртазы, Тараз, Казахстан

E-mail: janka1930@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5258-7243>.

Аннотация. Статья посвящена методам машинного обучения, которые фокусируются на улучшении изображений текстурного типа, а именно на улучшении объектов на изображениях. Цель исследования – разработать алгоритмы улучшения изображений и определить точность рассматриваемых моделей улучшения изображений данного типа. Хотя используемые в настоящее время системы цифровой обработки изображений обычно обеспечивают изображения высокого качества, внешние факторы или даже системные ограничения могут привести к низкому качеству в разных областях науки. Поэтому рассматриваются пороговые значения обработки изображений определенной области науки. Первым шагом в обработке изображений является улучшение изображения. Вопросы обработки изображений сигналов остаются в центре внимания различных специалистов.

В настоящее время, наряду с развитием информационных технологий, автоматическое улучшение изображений является одной из актуальных задач. Изображения анализировались как объекты: государственные номера автомобилей, лица, участки поля на спутниковых снимках. В данной работе мы предлагаем использовать модели Generative Adversarial Network со сверхразрешением (SRGAN), Extended Generative Adversarial Networks со сверхразрешением (ERSGAN). Для этого был проведен эксперимент, целью которого было переобучение модели ESRGAN с тремя разными архитектурами сверточной нейронной сети, т.е. VGG19, MobileNet2V, ResNet152V2 для добавления потерь восприятия (по пикселям), а также повышения резкости прогноза тестового изображения и сравнения производительности каждой переобученной модели. В результате исследования использование сверточных нейронных сетей для улучшения изображения показало высокую точность, то есть в среднем ESRGAN+MobileNETV2 – 91 %, ESRGAN+VGG19 – 86 %, ESRGAN+ResNet152V2 – 96 %.

Ключевые слова: обработка изображений, SRGAN, ESRGAN, VGG19, MobileNet2V, ResNet152V2, машинное обучение, суперразрешение

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Шешім қабылдау кезінде кескіндердегі үлгіні тану процесінде медицина қызметкерлері, агрономдар, фермерлер, сондай-ақ өмірдің маңызды салаларындағы мамандар бірқатар мәселелерге тап болады: толық емес және дұрыс емес бастапқы ақпарат, атрибуттардың үлкен өзгергіштігі және іріктеудің шағын өлшемдері, қорытындылар үшін шектеулі шешім уақыты. Бұл факторлар көбінесе шешім қабылдауда қателіктерге әкеледі. Эксперименттік ақпаратты өңдеудің тиімділігі мен сапасын арттыру үшін кескіндердің сапасын жақсарту үшін, объектіні тану дәлдігін арттыру үшін визуалды деректерді талдау әдістерін жетілдіру және өзгерту қажет.

Нұсқаулықтың мақсаттарына сәйкес визуалды тануға баса назар аударылады, ал автоматты тану әдістері қажет болған жағдайда ғана айтылады. Көрнекі танудың ең маңызды принципі — зерттелетін пәндік аймақтың ақпараттық үлгісі ретінде кескінді дәйекті түрде зерттеу арқылы дамудағы және қоршаған орта контекстіндегі жақсартылған объектілерді, сондай-ақ жалпыдан жекеге жылжуын талдау болып табылады. Көрнекі тану сапасын анықтайтын негізгі фактор маманның кәсіби эрудициясы мен оның түйсігінен құралған шеберлік деңгейі болып табылады — тіпті бұл қызмет түрі өнермен шектеседі деген пікір де бар. Дегенмен, мұнда да сенімділікті арттыруға және қателер санын азайтуға бағытталған белгілі бір әдістеме бар. Бірақ жасанды интеллекттің дамуымен бейнелердегі объектілерді автоматты түрде тану өмірдің барлық салаларында өзекті мәселе болып табылады.

Кескінді масштабтау коэффициенті ұлғайған сайын кескін сапасы

нашарлайды (Есенова, 2022). Өртүрлі қолданбалы тапсырмаларда объектілерді үлкейту және оның сапасын арттыру, мысалы, медицинада, ажыратымдылығы орташа ғарыштық суреттер, қозғалыс өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Бұл мәселені шешу үшін кескіндердегі объектілерді масштабтау мен жақсартуды автоматтандыру үшін машиналық оқыту әдістері қолданылды. Бұл зерттеудің басты мақсаты болды. Бұл еңбектің басқа еңбектерден ерекшелігі – осы саладағы басқа зерттеушілер классикалық әдістерді қолданған (Есенова, 2022). Бұл жұмыста жасанды нейрондық желілерге негізделген машиналық оқыту әдістері қолданылды.

Орташа ажыратымдылықтағы кескіндердің кеңістіктік ажыратымдылығын жоғары және өте жоғары ажыратымдылықтағы кескіндердің кеңістіктік ажыратымдылығына дейін жаңарту әртүрлі қолданбаларда пайдалы. Түсіру биіктігін ұлғайтқанда тағы бір әсер байқалады — объектілердің үлкен аумақтарының сәулеленуі кішігірім аумақтардың сәулеленуін басады, бұл кескіннің табиғи интеграциясын, соның ішінде контурларды тегістеуді және шағын объектілердің топтарын біріктіруді қамтамасыз етеді. Бұл әдетте иконикалық жалпылаудың көрінісі деп аталады. Көрнекі жалпылау (визуалды және иконикалық) табиғи, объективті себептерге байланысты және адам бақылаушымен де, жазу құрылғыларымен де қабылданады. Дегенмен, жалпылау нәтижесінде пайда болатын көптеген әсерлерді түсіндіру қиын болып қала береді. Оларға, мысалы, «жер асты суреті» әсері және басқа да ауқымды бейнелеу әсерлері жатады. Жоғарыда айтылғандай, мультиспектрлі кескіндер жер бетіндегі объектілерді көрнекі және автоматтандырылған интерпретациялау үшін түрлі түсті синтездеу опцияларын пайдалануға мүмкіндік береді. Көптеген тегін орташа ажыратымдылықтағы кескіндер бар (мысалы, Sentinel-2 бортындағы мультиспектрлі құрал және Landsat-8 бортындағы жұмыс істейтін жерүсті тепловизор). Қазіргі уақытта LANDSAT-5/7/8 (Ержанова, 2021) және SENTINEL-2 (Фири, 2020) жер-серіктері ажыратымдылығы орташа ғарыштық түсірілім деректерінің ең маңызды көлемін қамтамасыз етеді.

Қазіргі уақытта орбиталық сенсорлармен алынған жоғары ажыратымдылықтағы кескіндердің көпшілігі (Ван, 2020) мен өте жоғары ажыратымдылықтағы кескіндердің барлығын (Ван, 2021) жоғары бағаға сатып алу керек. Жұмыстың нәтижелерін ғылыми зерттеулерде және өндірісте қолданылатын кескіндерді талдаудың автоматтандырылған жүйелерінде қолдануға болады. Өнеркәсіпте қолдану өнімнің сапасын талдауға кететін шығынды азайтуға, ал кейбір жағдайларда сапаны жақсартуға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелерді ақпаратты жинау, өңдеу және беру жүйелеріне енгізу ғылыми-техникалық кешеннің дамуына ықпал етеді.

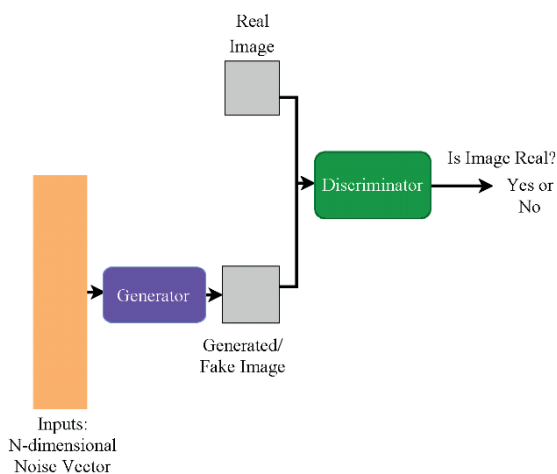
Медицина саласындағы ашық дерекқорлардан алынған рентгендік суреттерді (Лимелин, 2021) зерттеу барысында олардың сапасын арттыру мәселесі туындайды. Дәл визуализация және патологияны анықтау кескіндердің жақсы көрінуіне тікелей байланысты (Зоуч, 2022). Сондықтан

бұл мәселе қай уақытта да өзекті болып қала береді. Қазіргі заманғы жаңа технологиялардың арқасында оларды нейрондық желілер әдістерін (Ямашита, 2020; Доу, 2020) қолдану арқылы өңдеуге болады.

Әдістер мен материалдар

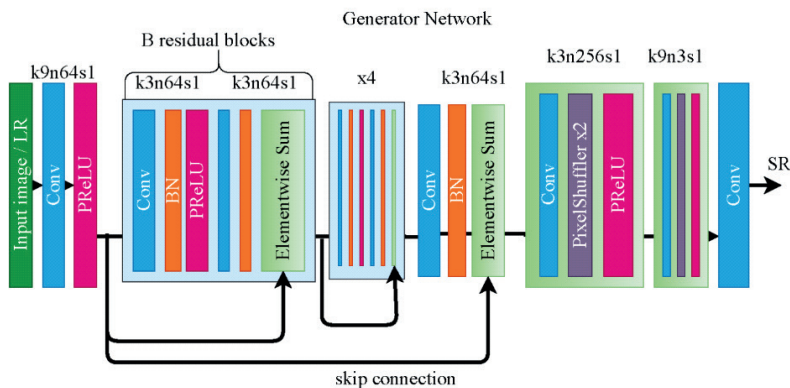
Super High Resolution Single Image (SISR) — төмен ажыратымдылықтағы (LR) кескіннен жоғары ажыратымдылықтағы (HR) кескінді қалпына келтіретін компьютерлік көру тапсырмасы. Оны медициналық бейнелеу, қауіпсіздік және бақылау кескіні сияқты әртүрлі қолданбаларда қолдануға болады. Бұл жұмыста зерттеу нысаны болып табылатын ғылымның әртүрлі салаларындағы маңызды мәселелерді шешу үшін қолданылатын кескіндердің сапасын арттыру, мысалы, химия өнеркәсібіне арналған электронды микроскоптың суреттері, ауыл шаруашылығында қолдану үшін спутниктік суреттер, рентген және компьютерлік томография суреттері, медицина саласы және басқа да көптеген салалар жаңа технологияларды қолдануды талап етеді.

Enhanced Super Resolution GAN архитектурасы (бұдан әрі ESRGAN (Чжоу, 2022)) GAN құрылымына негізделген. Зерттеу барысында кескінді жақсарту үшін модельге VGG19 (Кан, 2020), MobileNet (Джаворек-Коряковский, 2019) және ResNet152V2 (Пан, 2020) сияқты конволюционды нейрондық желілер қосылды. Конволюционды нейрондық желілер қосылған бұл модельдің архитектурасы 1-суретте көрсетілген.



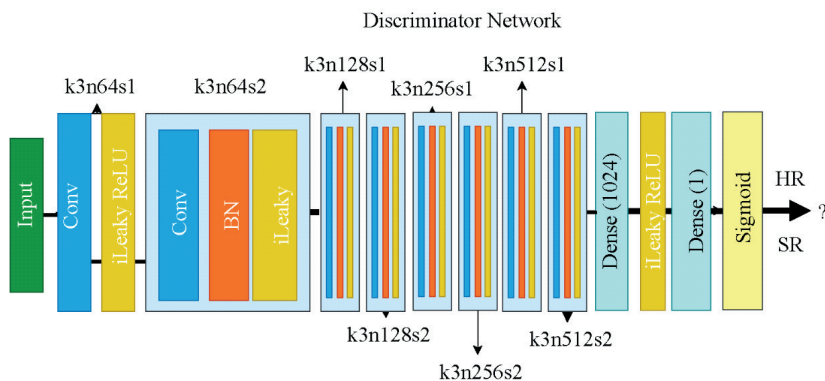
Сур. 1. Конволюциялық нейрондық желілерді қосу арқылы генеративті қарсылас желі архитектурасы (Fig. 1. Generative Adversarial Network architecture with the addition of convolutional neural networks)

Бұл жұмыста GAN архитектура моделіне қосымша дескриптор қосылған. Бұл дескриптор белсендіру функциясының алдында орындалады. Генеративті қарсылас желі (GAN) үшін жеке іске асыру схемасы төмендегі суретте көрсетілген (2-сурет).



Сур. 2. Генератор желісінің архитектурасы
(Fig. 2. Generator network architecture)

ESRGAN моделі генеративті қарсылас желі ретінде пайдаланылды. Бұл үлгіге кіріс ретінде ажыратымдылығы төмен (LR) кескін, яғни 100x100 өлшемі бар кескін оқытылды. Түпнұсқа кескін ESRGAN үлгісін қолданып оқытылғаннан кейін, ол CNN үлгісін қосу арқылы қайта оқытылды (Сурет 3).



Сур. 3. Функционалдық карталардың (n) және кадамдардың (s) саны бар дискриминатор желілерінің архитектурасы әрбір конволюциондық қабат үшін көрсетілген
(Fig. 3. The architecture of the discriminator networks with the number of feature maps (n) and stride (s) is specified for each convolutional layer)

Бұл мақалада болжанған жалған кескінге көбірек айқындық қосу үшін қабылдаудың жоғалуын (пиксель бойынша) анықтау үшін ESRGAN бар машиналық оқыту моделі пайдаланылды. ESRGAN моделін конволюционды нейрондық желілермен бірге пайдалану тереңірек желілік архитектураларды оқыту қиын болуы мүмкін екенін көрсетті, бірақ олар өте күрделі салыстыруларды модельдеуге мүмкіндік беретіндіктен, желі дәлдігін айтарлықтай жақсартуы мүмкін. Осы терең оқытудың желілік архитектураларды тиімді үйрету үшін ішкі ковариантты ауыстыруға қарсы

тұру үшін пакеттік нормалау (Алрашеди, 2022) жиі пайдаланылады. Желінің тереңірек архитектурасы SISR үшін өнімділікті жақсартады

Нәтижелер және оларды талқылау

Модель ашық дерекқордан алынған 12396 медициналық кескінді, 1715 спутниктік суретті және әртүрлі класстағы 6825 кескінді (мемлекеттік нөмірлер, адам беттері, ғимарат) кескіндерді қамтитын 20936 кескіннің дайындалған деректер базасын пайдалану арқылы оқытылды. Архитектура CNN кеңейтілген оқытумен ESRGAN үлгісінің вариациясы бойынша оқытылды. Бұл ретте ең жақсы өнімділік супер жақсартылған кескіндермен (SR) сәйкестендіруде 97,33 % табысқа жетті. Модельдің таңдалған архитектурасы ғылымның әртүрлі салаларында кескінді төрт есе жақсы сапаға дейін өңдеуге және жақсартуға мүмкіндік береді.

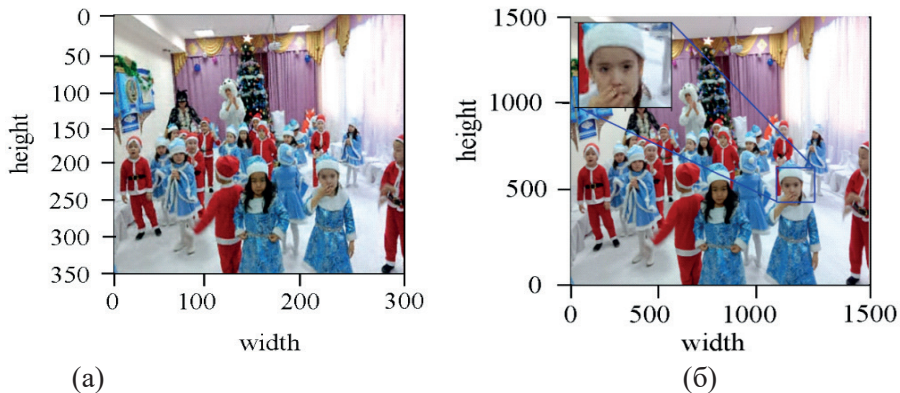
Соңғы жылдары олардың әмбебаптығы мен жоғары тиімділігін көрсететін, бірқатар мәселелерді, соның ішінде кескінді жақсарту саласында шешетін нейрондық желі модельдерін белсенді түрде жетілдіру жүріп жатыр. Осылайша, нейрондық желі тәсілдеріне негізделген кескін сапасын жақсарту алгоритмі жүзеге асырылды. Эксперимент барысында 20936 сурет қарастырылды. Кескін сапасының салыстырмалы жақсаруын көру үшін әртүрлі тақырыптық аймақтардың кескіндері оқытылды. Келесі 100×100 (Сурет 4) кескіндер бастапқы кескіндер ретінде ендірілген.



Сур. 4. 100×100 рұқсатымен түпнұсқа сурет: а – бетті тану үшін бастапқы кескін; б – рентгендік сурет; с – ғарыштық сурет

(Fig. 4. Original image with a resolution of 100×100 : a – source image for face recognition; b – x-ray image; c – space image)

ESRGAN моделін оқыту кезінде алынған кескіндердің сапасы айтарлықтай жақсарған жоқ. Сондықтан бұл модельге ESRGAN+ResNet152V2 нейрондық желі әдістерін қосу арқылы қайта даярлау нәтижесі төмендегі суретте көрсетілген (5-сурет).



Сур. 5. Нәтижелерді салыстыру: а – жоғары ажыратымдылығы жоғары генеративті қарсыластық желілер; б – конволюционды нейрондық желі қосылған жетілдірілген жоғары ажыратымдылықтағы генеративті қарсыластық желілер

(Fig. 5. Comparison of results: a – enhanced super-resolution generative adversarial networks; b – enhanced super-resolution generative adversarial networks with convolutional neural network added)

ESRGAN моделінен алынған кескін нәтижесі 5 (а) — суретте және конволюционды нейрондық желі әдістерін қосу арқылы қайта даярлау нәтижесі 5 (б) — суретте көрсетілген. Конволюциялық нейрондық желі әдістері ретінде MobileNetV2, VGG119, ResNet152V2 әдістері қолданылды. Орташа алғанда, CNN VGG119=147,95, MobileNetV2=86,09, ResNet152V2=48,09 — шамадан тыс орнату кезінде пиксель жоғалуын көрсетті. Тәжірибе нәтижесінде ResNet152V2 әдісімен алынған кескіннің сапасы айтарлықтай жақсарғанын байқаймыз. Нейрондық желілерді пайдалана отырып, кескін сапасын жақсарту мәселесін шешуде конволюционды нейрондық желілер пайдасына таңдау жасалды, өйткені олар кескіндерді жақсартудағы тапсырмаларды орындауда басқаларға қарағанда жақсырақ.

Қорытынды

Деректерді алдын ала оқытылды және Enhanced Super-Resolution Generative Adversarial Networks үлгілерімен және конволюционды нейрондық желілермен (MobileNETV2, VGG19, ResNet152V2) үйлесімде оқытылды. Эксперимент үшін бастапқы сурет ретінде медициналық, спутниктік және басқа суреттер алынды. Конволюционды нейрондық желілерді біріктіріп қолданумен жүргізілген зерттеу жоғары дәлдік ұпайларын көрсетті. Яғни, ESRGAN алгоритмін конволюциялық нейрондық желілермен біріктіріп қолдану, мысалы, орташа есеппен ESRGAN+MobileNETV2 – 91 %, ESRGAN+VGG19 – 86 %, ESRGAN+ResNet152V2 – 96 % дәлдікті көрсетті.

Кескінді жақсарту үшін көптеген ғылыми зерттеулер ESRGAN моделін пайдаланады. Ғылымның әртүрлі салаларында зерттелген бейнелерді жақсарту немесе қалпына келтіру үшін сарапшы ретінде осы саланың мамандары қажет. Кейбір жағдайларда кескіндердегі шу маңызды ақпарат болуы мүмкін. Сондықтан кескіндерді жақсарту кезінде біз маңызды

нысандарды жоғалтуымыз мүмкін. Біздің жұмысымызда сарапшыларды қажет етпейтін таңдалған кескіндер үшін қолданыстағы ESRGAN үлгісіне конволюционды нейрондық желілер қосылды және модельдің өзінен жақсы нәтижеге қол жеткізілді. ResNet152V2 конволюционды нейрондық желіні қосу арқылы есептеулерді орындау кезінде алдын ала дайындалған 20 936 кескінді жақсартып отырып, ESRGAN + ResNet152V2 алгоритмі 96 % дейінгі дәлдік нәтижесін береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

Алрашеди Х.Х.Н., Алмансур А.Ф., Ибрахим Д.М. және Хаммудех М.А.А. (2022). BrainGAN: CNN архитектурасы мен үлгілерін пайдалана отырып, мидың МРТ кескінін жасау және жіктеу үшін негіз. Датчиктер, — 22(11), — 4297. — 2022.

Ван Х., Ию К., Ву С., Гу Дж., Лю Ю., Донг С.Л. (2018). Esrgan: Жетілдірілген жоғары ажыратымдылықтағы генеративті қарсылықтық желілер. Компьютерлік көру (ECCV) бойынша еуропалық конференция материалдарында. — 2018

Ван Х., Се Л., Донг С. және Шань Ю. (2021). Real-esrgan: таза синтетикалық деректерді қолдана отырып, нақты әлемдегі зағиптарға арналған супер ажыратымдылықты оқыту. IEEE/cvf Халықаралық компьютерлік көру конференциясының материалдарында. — 2021. —1905–1914 б.

Джаворек-Коряковский Дж., Клечек П., Горгон М. (2019). VGG-19 моделін тасымалдауды үйрену арқылы конволюционды нейрондық желіге негізделген меланома қалыңдығын болжау. Компьютерлік көру және үлгіні тану семинарлары бойынша IEEE/CVF конференциясының материалдарында, — 2019.

Доу Х., Ли С., Ши, К., және Лю, М. (2020). 3D focus-SRGAN желісіне негізделген Жерді қашықтықтан зондтаудың гиперспектрлік кескіндеріне арналған супер ажыратымдылық. Қашықтықтан зондтау, — 2020. — 12 (7). — 1204.

Ержанова А., Қасымова А., Абдикеримова Г., Абдимомынова М., Ташенова З. & Нұрлыбаева Е. (2021). Өртүрлі вегетациялық кезеңдердегі бидайдың өсуінің спектрлік қасиеттерін талдау. Кәсіпорын технологияларының Шығыс-Еуропалық журналы, — 2021. — 6(2). — 114.

Есенова М., Абдикеримова Г., Адилова А., Ержанова А., Какабаев Н., Аязбаев Т., Саттыбаева З., Оспанова Т., (2022). Ауыл шаруашылығы дақылдарының өсуіне кері әсер ететін факторларды ортогональды түрлендіру әдістерімен анықтау. Кәсіпорын технологияларының Шығыс-Еуропалық журналы, — 2022. — 3(2). — 117. — Рр. 39–47.

Есенова М., Абдикеримова Г., Байтемирова Н., Мухамедрахимова Г., Мухамедрахимов Қ., Саттыбаева С., Салғожа И., Ержанова А., (2022). Аэрофотосуреттерде бидайдың өсуіне теріс әсер ететін факторларды анықтау үшін ақпараттық текстуралық ерекшеліктерді қолдану мүмкіндігі. Кәсіпорын технологияларының Шығыс-Еуропалық журналы, — 2022. — 4(2). — 118. — Рр. 51–58.

Зоуч В., Сагга Д., Эхтиуи А., Хемахем Р., Горбел М., Мхири С. және Хамида А.Б. (2022). Терең оқыту үлгілерін пайдалана отырып, КТ және кеуде қуысының рентген суреттерінен COVID-19 анықтау. Биомедициналық инженерия жылнамасы, — 2022. — 50(7). — Рр. 825–835.

Кан Х., Лю Л. және Ма Х. (2020). ESR-GAN: генерациялаушы қарсылық желі арқылы қоршаған орта сигналдарын қалпына келтіруге үйрету. IEEE Internet of Things журналы, — 2020. — 8 (1). — 636–646.

Лемелин М., Жермен М., Буруби Ю. және Сент-Пьер Т. (2021). Спутниктік және аэрофотосуреттерді алу үшін ESRGAN пайдаланудың модельдік мамандануы. Қашықтықтан зондтау, — 2021. — 13 (20). — 4044.

Пан Х., Панг З., Ванг Ю., Ванг Ю. және Чен Л. (2020). Трансферттік оқыту алгоритмі мен дәнекерлеу ақауларына арналған mobilenet моделін біріктіретін кескінді тану және жіктеудің жаңа әдісі. — IEEE Access. — 8. — 119951–119960.

Фири Д., Симванда М., Салекин С., Ниренда В.Р., Мураяма Ю. және Ранагалаг М. (2020). Жер жамылғысы/пайдалану картасына арналған Sentinel-2 деректері: шолу. Қашықтан зондтау, — 2020. — 12(14). — 2291.

Чжоу С.ЮЛ. және Цзинь М. (2022). Төмен дозалы компьютерлік томографияға арналған текстуралық трансформатордың супер ажыратымдылығы. *Biomedical Physics & Engineering Express*, — 2022. — 8(6). — 065024.

Ямашита К. және Марков К. (2020). Жоғары ажыратымдылық әдістерін қолдану арқылы медициналық кескінді жақсарту. In *Computational Science—ICCS 2020: 20-шы халықаралық конференция, Амстердам, Нидерланды, — 3–5 маусым, — 2020 ж., Материалдар, — V 20 бөлім (496–508 беттер)*. Springer халықаралық баспасы.

REFERENCES

Alrashedy H.H.N., Almansour A.F., Ibrahim D.M. & Hammoudeh M.A.A. (2022). BrainGAN: Brain MRI Image Generation and Classification Framework Using GAN Architectures and CNN Models. *Sensors*, — 22(11). — 4297.

Clabaut É., Lemelin M., Germain M., Bouroubi Y. & St-Pierre T. (2021). Model Specialization for the Use of ESRGAN on Satellite and Airborne Imagery. *Remote Sensing*, — 13(20). — 4044.

Dou X., Li C., Shi Q. & Liu M. (2020). Super-resolution for hyperspectral remote sensing images based on the 3D attention-SRGAN network. *Remote Sensing*, — 12(7). — 1204.

Jaworek-Korjakowska J., Kleczek P. & Gorgon M. (2019). Melanoma thickness prediction based on convolutional neural network with VGG-19 model transfer learning. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*. — 2019.

Kang X., Liu L. & Ma H. (2020). ESR-GAN: Environmental signal reconstruction learning with generative adversarial network. *IEEE Internet of Things Journal*, — 8(1). — 636–646.

Pan H., Pang Z., Wang Y., Wang Y. & Chen L. (2020). A new image recognition and classification method combining transfer learning algorithm and mobilenet model for welding defects. *IEEE Access*, — 8. — 119951–119960.

Phiri D., Simwanda M., Salekin S., Nyirenda V.R., Murayama Y. & Ranagalage M. (2020). Sentinel-2 data for land cover/use mapping: a review. *Remote Sensing*, — 12(14), — 2291.

Wang X., Xie L., Dong C. & Shan Y. (2021). Real-esrgan: Training real-world blind super-resolution with pure synthetic data. In *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*. — Pp. 1905–1914.

Wang X., Yu K., Wu S., Gu J., Liu Y., Dong C. & Change Loy C. (2018). Esrgan: Enhanced super-resolution generative adversarial networks. In *Proceedings of the European conference on computer vision (ECCV) workshops*. — 2018.

Yamashita K. & Markov K. (2020). Medical image enhancement using super resolution methods. In *Computational Science—ICCS 2020: 20th International Conference, Amsterdam, The Netherlands, — June 3–5, — 2020. — Proceedings. — Part V 20. — Pp. 496–508*. Springer International Publishing.

Yerzhanova A., Kassymova A., Abdikerimova G., Abdimomynova M., Tashenova Z. & Nurlybaeva E. (2021). Analysis of the spectral properties of wheat growth in different vegetation periods. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, — 6(2), — 114.

Yessenova M., Abdikerimova G., Adilova A., Yerzhanova A., Kakabayev N., Ayazbaev T., Sattybaeva Z., Ospanova T., (2022). Identification of factors that negatively affect the growth of agricultural crops by methods of orthogonal transformations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(2), — 117, — 39–47.

Yessenova M., Abdikerimova G., Baitemirova N., Mukhamedrakhimova G., Mukhamedrakhimov K., Sattybaeva S., Salgozha I., Yerzhanova A., (2022). The applicability of informative textural features for the detection of factors negatively influencing the growth of wheat on aerial images. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(2), 118, 51–58.

Yessenova, M., Abdikerimova, G., Ayazbaev, T., Murzabekova, G., Ismailova, A., Beldeubayeva,

Z., & Mukhanova, A. (2023). The effectiveness of methods and algorithms for detecting and isolating factors that negatively affect the growth of crops. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, — 13(2), — 1669–1679.

Zhou S., Yu L. & Jin M. (2022). Texture transformer super-resolution for low-dose computed tomography. *Biomedical Physics & Engineering Express*, — 8(6). — 065024.

Zouch W., Sagga D., Echioui A., Khemakhem R., Ghorbel M., Mhiri C. & Hamida A.B. (2022). Detection of COVID-19 from CT and chest X-ray images using deep learning models. *Annals of Biomedical Engineering*, — 50(7), — Pp. 825–835.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 117–131

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.223>

MPHTH 81.96.00

© **M. Bolatbek, K. Baisylbaeva, M. Sagynay*, Sh. Mussiraliyeva,
A. Zhumakhanova, 2023**

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan.

E-mail: sagynaymoldir11@gmail.com

DEVELOPMENT OF A PARSER PROGRAM FOR THE ACCUMULATION OF DESTRUCTIVE TEXTS AIMED AT YOUNG PEOPLE IN THE INTERNET SPACE

Bolatbek Milana — PhD., senior lecturer of the Department of Information Systems of Al-Farabi Kazakh National University, 050040, Almaty, 71 Al-Farabi Avenue

E-mail: bolatbek.milana@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-2153-180X>;

Baisylbayeva Kymbat — Master of science, Lecturer of the department “Information systems” of Al-Farabi Kazakh National University, 050040, Almaty, 71 Al-Farabi Avenue

E-mail: baisylbaeva.k@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9753-0398>;

Sagynay Moldir — lecturer of the Department of Information Systems of Al-Farabi Kazakh National University, 050040, Almaty, 71 Al-Farabi Avenue

E-mail: sagynaymoldir11@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0004-1377-5742>;

Mussiraliyeva Shynar — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Department Information Systems of Al-Farabi Kazakh National University, 050040, Almaty, 71 Al-Farabi Avenue

E-mail: mussiraliyevash@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-5794-3649>;

Zhumakhanova Aygerim — lecturer of the Department of Information Systems of Al-Farabi Kazakh National University, 050040, Almaty, 71 Al-Farabi Avenue

E-mail: aygerim129@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-0210-4037>.

Abstract. The article raises the urgent problem of the rapid spread of aggressive information in the global network, which threatens both society and national security. The Internet has become the main source of information, but extremist and terrorist groups skillfully use web technologies to spread their ideology and organize risky operations. This creates an urgent need to study, prevent and combat extremism on the Internet. The article also emphasizes the importance of understanding the various aspects of extremism and its dynamic nature. The authors identify four main classifiers of aggressive information on the Internet: bullying, racism, violent extremism and Nazism. The article discusses the importance of creating software for extracting information from unstructured or semi-structured data, such as text documents and databases. In the article, the authors emphasize the importance of collecting and systematizing information in various social networks (YouTube, VKontakte, Telegram) by creating a parser. This can be useful for analysis,

research, and other purposes. In a specific case, it is envisaged to create a corpus for collecting publicly available extremist data in the Kazakh language from various open sources, including social networks and video hosting.

Keywords: bullying, racism, violent extremism, nazism, api, html, parser

© М.А. Болатбек, К.Д. Байсылбаева, М. Сағынай*, Ш.Ж. Мусиралиева,
А.Н. Жумаханова, 2023

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы.

E-mail: sagynaymoldir11@gmail.com

ИНТЕРНЕТ КЕҢІСТІГІНДЕГІ ЖАСТАРҒА БАҒЫТТАЛҒАН ДЕСТРУКТИВТІ МӘТІНДЕРДІ ЖИНАҚТАУҒА ҚАЖЕТТІ ПАРСЕР БАҒДАРЛАМАСЫН ӘЗІРЛЕУ

Болатбек Милана — Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының Ph.D., аға оқытушысы, 050040, Алматы, Әл-Фараби даңғылы, 71

E-mail: bolatbek.milana@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-2153-180X>;

Байсылбаева Кымбат — Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының оқытушысы, 050040, Алматы, Әл-Фараби даңғылы, 71

E-mail: baisylbaeva.k@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9753-0398>;

Сағынай Мәлдір — Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының оқытушысы, 050040, Алматы, Әл-Фараби даңғылы, 71

E-mail: sagynaymoldir11@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0004-1377-5742>;

Мусиралиева Шынар — физика-математика ғылымдарының кандидаты, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының меңгерушісі, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, 050040, Алматы, Әл-Фараби даңғылы, 71

E-mail: mussiraliyevash@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-5794-3649>;

Жумаханова Айгерім Нурланқызы — Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының оқытушысы, 050040, Алматы, Әл-Фараби даңғылы, 71

E-mail: aygerim129@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-0210-4037>.

Аннотация. Мақала қоғамға да, ұлттық қауіпсіздікке де қауіп төндіретін жаһандық желіде агрессивті ақпаратты жылдам таратудың өзекті мәселесін көтереді. Интернет ақпараттың негізгі көзіне айналды, бірақ экстремистік және террористік топтар өздерінің идеологиясын тарату және қауіпті операцияларды ұйымдастыру үшін веб-технологияларды шебер қолданады. Бұл онлайн экстремизмді зерттеу, алдын алу және онымен күресу үшін шұғыл қажеттілікті тудырады. Мақала сонымен қатар экстремизмнің әртүрлі аспектілерін және оның динамикалық сипатын түсінудің маңыздылығын көрсетеді. Авторлар интернеттегі агрессивті ақпараттың төрт негізгі жіктеуішін анықтайды: буллинг, расизм, зорлық-зомбылық экстремизмі және нацизм. Мақалада мәтіндік құжаттар және дерекқорлар сияқты құрылымдалмаған немесе жартылай құрылымдалған деректерден ақпарат алу үшін бағдарламалық парсер құрудың маңыздылығы талқыланады. Мақалада авторлар парсер жасау арқылы әртүрлі әлеуметтік желілерде (YouTube, Вконтакте, телеграм) ақпаратты жинау және жүйелеудегі маңыздылығын көрсетеді. Бұл талдау,

зерттеу және басқа мақсаттар үшін пайдалы болуы мүмкін. Нақты жағдайда элеуметтік желілер мен бейнехостингтерді қоса алғанда, әртүрлі ашық көздерден қазақ тілінде жалпыға қолжетімді экстремистік деректерді жинау үшін корпус құру қарастырылады.

Түйін сөздер: буллинг, расизм, зорлық-зомбылық экстремизмі, нацизм, API, HTML, парсер

Берілген зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландыратын “Жастар экстремизмін анықтау және заманауи ақпараттық кеңістікте жастардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге арналған модельдер мен әдістерді әзірлеу” жобасы аясында орындалды (грант AP19576868).

© М.А. Болатбек, К.Д. Байсылбаева, М. Сагынай*, Ш.Ж. Мусиралиева,
А.Н. Жумаханова, 2023

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

E-mail: sagynaymoldir11@gmail.com

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПАРСЕРА ДЛЯ СБОРА ДЕСТРУКТИВНЫХ ТЕКСТОВ, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА МОЛОДЕЖЬ В ИНТЕРНЕТ-ПРОСТРАНСТВЕ

Болатбек Милана — PhD., старший преподаватель кафедры «Информационные системы» Казахского национального университета имени Аль-Фараби, 050040, проспект Аль-Фараби 71, Алматы, Казахстан

E-mail: bolatbek.milana@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-2153-180X>;

Байсылбаева Кымбат — магистр естественных наук, преподаватель кафедры «Информационные системы» Казахского национального университета имени Аль-Фараби, 050040, проспект Аль-Фараби 71, Алматы, Казахстан

E-mail: baisylbaeva.k@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9753-0398>;

Сагынай Молдир — преподаватель кафедры «Информационные системы» Казахского национального университета имени Аль-Фараби, 050040, проспект Аль-Фараби 71, Алматы, Казахстан

E-mail: sagynaymoldir11@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0004-1377-5742>;

Мусиралиева Шынар — кандидат физико-математических наук, заведующая кафедрой «Информационные системы» Казахского национального университета им. Аль-Фараби, 050040, проспект Аль-Фараби 71, Алматы, Казахстан

E-mail: mussiraliyevash@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-5794-3649>;

Жумаханова Айгерим Нурлановна — преподаватель кафедры «Информационные системы» Казахского национального университета имени Аль-Фараби, 050040, проспект Аль-Фараби 71, Алматы, Казахстан

E-mail: aygerim129@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0008-0210-4037>.

Аннотация. Статья поднимает актуальную проблему быстрого распространения агрессивной информации в глобальной сети, которая угрожает как обществу, так и национальной безопасности. Интернет стал основным источником информации, но экстремистские и террористические

группы умело используют веб-технологии для распространения своей идеологии и организации рискованных операций. Это создает острую потребность в изучении, профилактике и борьбе с экстремизмом в интернете. Статья также подчеркивает важность понимания различных аспектов экстремизма и его динамического характера. Авторы выделяют четыре основных классификатора агрессивной информации в интернете: буллинг, расизм, насильственный экстремизм и нацизм. В статье обсуждается необходимость создания программного обеспечения для извлечения информации из неструктурированных или полуструктурированных данных, таких как текстовые документы и базы данных. В статье авторы подчеркивают важность сбора и систематизации информации в различных социальных сетях (YouTube, Вконтакте, телеграм) путем создания парсера. Это может быть полезно для анализа, исследований и других целей. Авторами предусматривается создание корпуса для сбора общедоступных экстремистских данных на казахском языке из различных открытых источников, включая социальные сети и видеохостинги.

Ключевые слова: буллинг, расизм, насильственный экстремизм, нацизм, API, HTML, парсер

Кіріспе

Жаһандық желіде агрессивті ақпараттың жылдам таралуы қоғам үшін де, билік үшін де өзекті мәселе болып табылады. Қазіргі таңда Интернет негізгі ақпарат көзі ретінде пайда болып, мәтіндік деректер қорының ең кең таралған түріне айналды. Алайда экстремистік және террористік топтар ақпарат тарату, идеологияны насихаттау және радикалды миссияларды жүзеге асыру мақсатында веб-технологияларды шебер пайдалануды үйренді. Бұл ұлттық қауіпсіздікке елеулі қатер туғызады.

Экстремистік ұйымдар қылмыстық әрекеттер үшін Интернет ұсынатын шексіз мүмкіндіктерді белсенді пайдаланады. Оларға қылмыстарды дайындау және орындау, қоғамдық қауіпті операцияларды ұйымдастыру үшін құпия ақпарат алмасуды жүргізу, экстремистік кәсіпорындарды қаржыландыру сияқты орталықтандырылмаған қаржылық желілерді пайдалану жатады. Оның үстіне, олар арнайы құрылған веб-сайттар мен басқа интернет-ресурстарда өздерінің идеологиясын насихаттау үшін мұқият жоспарланған ақпараттық операцияларға қатысады. Демек, экстремизм мәселесі соңғы жылдары күшейіп, мемлекеттік маңызы бар және Қазақстанның ұлттық қауіпсіздігіне тікелей қатер төндіретін мәселеге айналды. Бұл күрделі процесс онлайн экстремизмнің салдарын анықтау, алдын алу және азайту, тиімді және уақтылы қарсы шараларды жүзеге асыру үшін шұғыл зерттеу қажеттілігін көрсетеді.

Экстремизм — қоғамдағы негізгі немесе қалыптасқан нормалар мен құндылықтардан жиі ауытқып кететін экстремалды және радикалды сенімдермен, әрекеттермен немесе идеологиялармен сипатталатын күрделі

және көп қырлы құбылыс. Ол өзінің экстремистік мақсаттарына жету үшін зорлық-зомбылық немесе басқа да зиянды құралдарды қолдануды қоса алғанда, үлкен күшке баруға дайын болуды білдіреді. Экстремистік идеологиялар саясатты, дінді, әлеуметтік мәселелерді немесе ұлтшылдықты қоса алғанда, әртүрлі салаларды қамтуы мүмкін және олар әртүрлі жолдармен көрінуі мүмкін. Экстремизмді түсіну оның зорлық-зомбылық, әлеуметтік толқулар немесе ұлттық қауіпсіздікке қатер төндіруі мүмкін ықтимал салдарын жою үшін өте маңызды [1].

Экстремизм динамикалы және үнемі өзгеріп, жаңа белгілерге ие болып отырады. Қазіргі уақытта бұл лаңкестік әрекеттердің көбеюіне, желілік және еркін байланысқан құрылыммен сипатталатын ұйымдасқан террористік желілердің құрылуына әкеліп соқты, ал Интернет бұл ұйымдардың ақпарат алмасуы мен ілгерілетуінің негізгі арнасы ретінде қызмет етеді. Олардың негізгі байланыс арналары — әлеуметтік желілер, электрондық пошта және веб-ресурстар. YouTube, VKontakte және Telegram сияқты әлеуметтік желілердің пайда болуы экстремистік, зорлық-зомбылық және радикалды мазмұнның таралуын жеделдетті. Демек, интернетте террористік және экстремистік ақпаратты қалыптастыратын және тарататын жеке тұлғалардан, топтардан және желілік қоғамдастықтардан туындайтын қауіптерді анықтау қажеттілігі туындайды. Бұл байланыс тақырыптарын қадағалауды және мінез-құлықты бақылауды және болжауды талап етеді.

Экстремистік нанымдар мен әрекеттер әр түрлі болуы мүмкін, және экстремалды көзқарасты ұстанатын барлық адамдар немесе топтар зорлық-зомбылыққа бармайды. Экстремизмді анықтау және онымен күресу көбінесе әлеуметтік, саяси, экономикалық және психологиялық факторлардың күрделі өзара әрекетін қамтиды. Төтенше нанымдарды ұстану мен зорлық-зомбылық немесе заңсыз әрекеттерді ажырата білу маңызды, өйткені біріншісі әдетте сөз бостандығымен қорғалады, ал екіншісі маңызды құқықтық және қауіпсіздік мәселелерін тудырады. Экстремизммен күресу әдетте радикалдануға қарсы тұру, толеранттылықты насихаттау және заң үстемдігін қамтамасыз ету бойынша күш-жігерді қоса алғанда, көп қырлы көзқарасты талап етеді.

Интернет экстремизмді деструктивті мәтін ретінде қарастырған жағдайда оны бағыты бойынша әр түрлі топтарға және классификаторларға жіктеуге болады. Дегенмен біз бұл зерттеуде төрт негізгі классификаторлармен жұмыс жасаймыз. Олар:

Буллинг;

Расизм;

Зорлық-зомбылық экстремизмі;

Ұлттық экстремизм.

Буллинг – бұл бір адам немесе адамдар тобы басқа адамға зиян келтіру, қорқыту немесе бақылау үшін ауызша, физикалық немесе психологиялық тактикаларды қолданатын күштердің теңгерімсіздігін қамтитын қайталанатын және қасақана агрессивті мінез-құлық. Буллинг мектептерде,

жұмыс орындарында немесе желіде әртүрлі жағдайларда орын алуы мүмкін және жәбірленушіге эмоционалды, физикалық немесе психологиялық зиян келтіруі мүмкін.

Расизм — адамдардың нәсіліне немесе этникалық тегіне байланысты тән артықшылығына немесе кемшілігіне сенуді қамтитын сенім жүйесі немесе көзқарастар жиынтығы. Бұл нәсілдік немесе этникалық шығу тегіне байланысты адамдарды немесе топтарды кемсітуге, немқұрайлы қарауға әкеледі. Нәсілшілдік жүйесінің жеке адамдар мен қауымдастық үшін зиянды салдары болуы мүмкін.

Зорлық-зомбылық экстремизмі — саяси, діни немесе идеологиялық мақсаттарға жету үшін зорлық-зомбылық немесе заңсыз құралдарды қолдануға ықпал ететін экстремистік идеологияларды мақұлдау немесе қолдауды білдіреді. Бұл көбінесе радикалдануды және адамдарды терроризм актілерін, зорлық-зомбылықты немесе заңсыз әрекеттердің басқа түрлерін насихаттайтын экстремистік топтарға тартуды қамтиды. Зорлық-зомбылық экстремистері ұлттық қауіпсіздік пен қоғамдық қауіпсіздікке қатер төндіруі мүмкін.

Ұлттық экстремизм (нацизм) — ұлттық социализмнің қысқартылған сөзі, 1930 және 1940 жылдардағы Германиядағы нацистік партияның сенімдері мен тәжірибесімен байланысты әсіре оңшыл саяси идеология. Нацизмге шектен шыққан ұлтшылдық, нәсілшілдік, антисемитизм, авторитаризм және арийлік нәсілдік тазалыққа ұмтылу тән. Ол Холокост пен Екінші дүниежүзілік соғыста басты рөл атқарды, миллиондаған адамдардың, соның ішінде еврейлердің, сығандардың, мүгедектердің және басқалардың қуғынға ұшырауына және жаппай өлтірілуіне әкелді. Нацизм тарихтағы ең жиіркенішті идеологиялардың бірі ретінде кеңінен айыпталады [2-3].

Әдебиеттерге шолу

[4] мақалада авторлар интернет-технологиялардың дамуымен желіде адам өміріне қауіп төндіретін және мемлекет заңдарын бұзатын көптеген ақпарат пайда болатынын атап көрсетеді. Бұл веб-сайттар санының халықтың жартысынан көбінен тез өсіп келе жатқандығын және күрделі мәселе болып табылатын үлкен көлемдегі ақпаратты өңдеуге шұғыл қажеттілік туындағаны туралы айтады. Бұл мәселені ішінара шешу үшін қазіргі уақытта мәтіндік корпус белсенді түрде жасалуда. Бұл жұмыс жарамсыз мазмұнды анықтауда маңызды құрал болып табылатын мәтіндік корпуссты құруды сипаттайды.

[5] мақалада авторлар қоғамның ақпараттық-психологиялық қауіпсіздігіне онлайн-ортадағы жағымсыз сөздердің көбеюіне байланысты үнемі қауіп төніп тұрғанын атап өтті. Атап айтқанда, нәсіліне, этникалық тегіне, жынысына, гендерлік сәйкестігіне, дініне, жасына, мүгедектігіне және зорлық-зомбылықты насихаттауды қоса алғанда осындай санаттарға бөлінген. Практикалық тәжірибе, жасанды интеллекттің әртүрлі әдістерінің арқасында балағат сөздер мен сөз тіркестерін іздеу және анықтау барысында енді адамның ең аз қатысуымен жүзеге асырылуы мүмкін екенін растайды. Бұдан басқа, зерттеу балағат сөздердің шығу тегін ғана емес, сонымен қатар

тіл мен кибербуллингті қоса алғанда, арам сөздердің әртүрлі категорияларын ажыратуға мүмкіндік беретін ұғымдарды ұсынады. Авторлар әлеуметтік желілердегі балағат сөздерді автоматтандырылған сүзу үшін пайдалануға болатын деректер жиынтығына қол жеткізу үшін машиналық оқыту әдістерін қолданады. Жұмыс мәтіндік дерекқорды талдау мысалында жалған мәлімдемелерді анықтау және жіктеу үшін деректерді өндіруді пайдалануды ұсынады.

[6] мақалада әлеуметтік желілерде қазақ тіліндегі балағат пікірлерді автоматтандырылған түрде жинау мүмкіндігі зерттеледі. Қазіргі уақытта онлайн-орталарда теріс комментаторлар санының өсуі байқалуда, зерттеушілер Қазақстанда ұсынылған түрлі әлеуметтік желілер мен бұқаралық ақпарат құралдарының осындай пікірлері бар дерекқорды жинады. Авторлардың зертеуінде, машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, әлеуметтік медиа түсініктемелерінде қолданылатын қорлайтын лексиканың шығу тегін талдап қана қоймайды, сонымен қатар әртүрлі жағымсыз пікірлерді жіктейді және әрі қарай зерттеу үшін автоматтандырылған деректер жиынтығына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

[7] мақалада қазіргі таңда әлемдік қоғамдастықтағы басты проблемалардың бірі-радикализм мен экстремизм екендігін айтады. Бұл мақалада қазіргі қоғамда кең таралған құбылыстар болып табылатын "радикализм" және "экстремизм" терминдеріне талдау жасалынған. Мақала осы терминдердің әрқайсысының нақты сипаттамаларын бөліп көрсетеді және олардың шығу тегі мен қоғамдағы эволюциясын талдайды. Жұмыстың негізгі мақсаты — "радикализм" терминін әртүрлі елдердің ғалымдарының, соның ішінде Батыс, Ресей және отандық зерттеушілердің зерттеулері негізінде анықтауға және оны "экстремизм" ұғымынан ажыратуға тырысады. Осы мақсатқа жету үшін "радикализм" терминін қолдану тарихы қарастырылған, сонымен қатар оның Ұлыбритания мен Германиядағы даму ерекшеліктері талданған. "Радикализм" терминін қолданатын саяси жағдай да қарастырылып, бағаланған.

Қолданылатын әдістер

Парсер бағдарламалар веб-беттер, мәтіндік құжаттар, дерекқорлар және т.б. сияқты құрылымдық немесе жартылай құрылымдық деректерден ақпаратты алу үшін жасалады. Оларды деректерді жинау, мазмұнды талдау немесе белгілі бір тапсырмаларды автоматтандыру үшін пайдалануға болады.

Парсер бағдарламасын жасау әдетте келесі қадамдарды қамтиды:

Ең алдымен парсердің мақсатын нақты анықтап алу керек. Мысалы, бұл жаңалықтар сайтынан жаңалықтар тақырыптарын, электрондық коммерция дүкенінен өнім бағасын немесе әлеуметтік медиа деректерін алу немесе видео жазбалардың астындағы комментарийлерді алу және т.б. болуы мүмкін.

Парсер бағдарлама өзі жұмыс істейтін бастапқы деректердің құрылымы мен пішімін түсінуі керек. Мысалы, егер веб-беттерді талдайтын болса, онда олардың HTML құрылымын түсіну керек. Егер мәтіндік құжаттармен жұмыс жасайтын болса, онда алдымен олардың форматын анықтап алу қажет.

Парсерді жасау үшін әдетте Python сияқты әртүрлі бағдарламалау тілдерін және веб-сайттармен жұмыс істеуге арналған кітапханаларды (мысалы, BeautifulSoup немесе Scrapy) немесе мәтінді өңдеуге (мысалы, тұрақты өрнектер) пайдаланады.

Белгілі бір ережелерге сәйкес бастапқы көздерден қажетті деректерді шығаратын кодты жазу қажет. Қажетті ақпаратты дұрыс шығарғанына көз жеткізу үшін парсерді әртүрлі кірістерде тексеру керек. Қателіктер шығып жатса, онда, кодты жөндеу қажеттілігі туындайды. .

Деректер шығарылғаннан кейін оны дерекқорда сақтау, талдауды орындау немесе мақсатыңызға сәйкес басқа әрекеттерді орындауға болады.

Парсердің 3 түрі қолданылады:

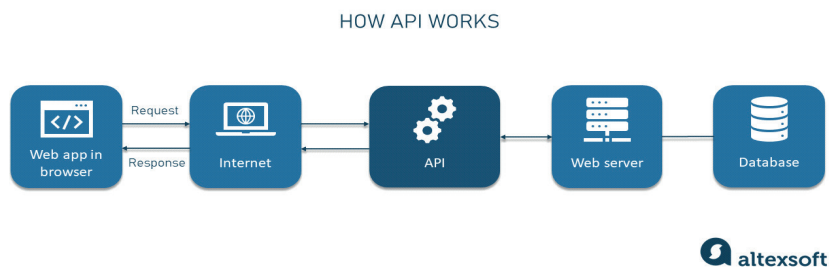
1) API арқылы

Бұл тәсіл өте ыңғайлы, жылдам және барлық керекті ақпаратты сенімді, қатесіз және артық ақпараттарымен қоса жинауға көмектеседі.

Парсер – әртүрлі сайттарда орналастырылған ақпаратты жинауға және жүйелеуге арналған программа. Деректер көзі мәтін мазмұны, веб-сайттың HTML коды, тақырыптар, мәзір элементтері, дерекқорлар және басқа элементтер болуы мүмкін. Ақпаратты жинау процесі парсинг деп аталады [8].

Бұл зерттеу деректердің айтарлықтай көлемін қажет етеді. Қазақ тілінде жалпыға қолжетімді экстремистік мәліметтерді анықтауға арналған корпусты құруда әртүрлі ашық ақпарат көздерінен, соның ішінде YouTube, ВКонтакте және Telegram желілерінен ақпарат жинауға арналған парсер әзірленді. API арқылы қолжетімді болған кезде осы көздерден ақпаратты алуға мүмкіндік беретін кірістірілген әдістер қолданылды.

API – ол қолданба әзірлеушісі мен осы қолданба өзара әрекеттесуі мүмкін орта арасындағы байланыстырушы құрал. Мұндай әдістер қол жетімді болмаған кезде, HTTP сұраулары арқылы қажетті ақпаратты алуға болады. 1-суретте API-дің жұмыс жасау реті көрсетілен [9].



1-сурет. API-дің жұмыс жасау сызбасы (altexsoft.com)

2) HTTP GET, POST сұраныстар арқылы

Сайттың html түпнұсқасын GET сұраныс арқылы алып оны BeautifulSoup4 және т.б. кітапханалармен оларды жинауға болады.

Кемшіліктері:

-кейде шамадан тыс көп сұраныстар жібергендіктен бұғаттауы мүмкін.
-жұмыс атқару жылдамдығы орташа келеді
-APIге қарағанда сенімділігі төмен болады және қандай да бір қателіктер жіберуі мүмкін.

-Lazy down форматындағы сайттардан жинау мүмкін емес.

3) Selenium немесе Bot Scraper

Бұл көбінесе get сұраныстардағы Lazy down сияқты проблемаларды шешеді. Себебі, бот парсер қосылғанда, адам браузерді қосқандай ашылады, керекті сайттарға кіреді. Солайша әрбір керек элементті браузерді ашқанда жинайды.

Кемшіліктері:

-өте баяу.

-сенімділігі get сұраныстарға қарағанда төмен және өте көп құлайды(сайтты қосуда қателіктер туындайды)

-4000–5000 шақты сайттан ақпарат жинау 1 күнді алуы мүмкін(сайтқа байланысты)

-оны қосу үшін кемінде 1 компьютер, 1 қолданушыны қосу қажет, яғни оған сырттан ештеңе кедергі келтірмей қосылып туруы керек. Ол дегеніміз параллельді түрде ақпарат алу қиын кейде тіпті мүмкін емес. Себебі, бот компьютердегі браузерді адам қосқандай ашады.

Lazy down — сайт толық қосылғаннан кейін кейбір элементтері уақыт өте келе жиналады. Сондықтан get сұраныстар кезінде олардың көрінбей қалуы әбден мүмкін.

Парсер бағдарламалары әдетте сөздіктерді тікелей іздемейді. Олар бағдарлама кодының синтаксисін талдауға және одан ақпарат алуға арналған, бірақ сөздіктермен немесе сөздіктер сияқты деректер құрылымдарымен жұмыс істеуге арналмаған. Дегенмен, талдау мақсатына байланысты сөздіктер және басқа деректер құрылымдары парсерлерде әртүрлі мақсаттарда пайдаланылуы мүмкін:

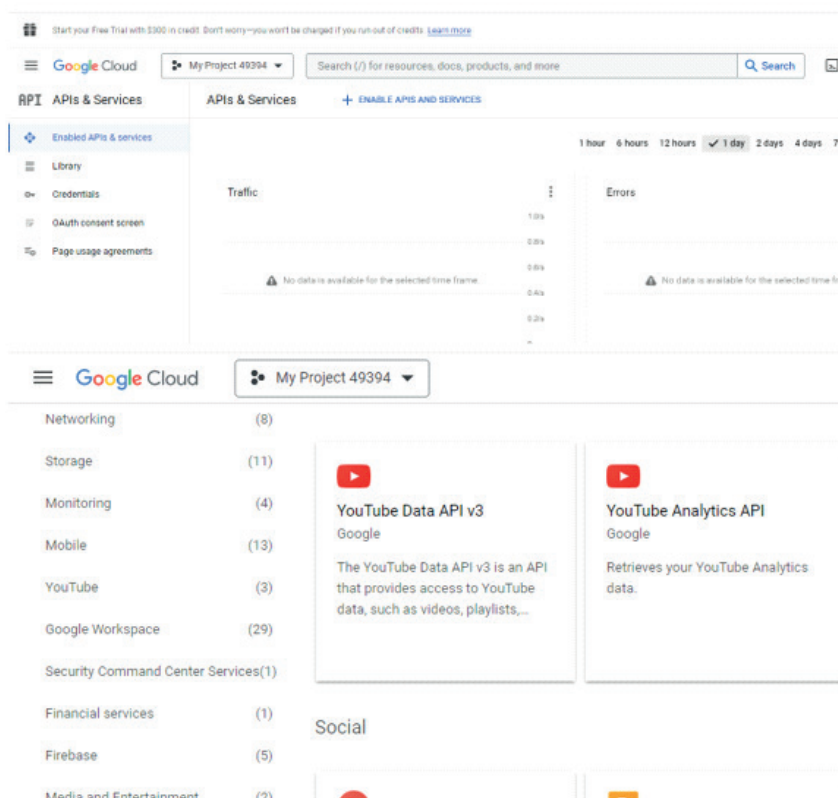
Кейбір бағдарламалау тілдері (мысалы, Python) деректерді сақтау және өңдеу үшін сөздіктер сияқты кірістірілген деректер құрылымдарын қамтамасыз етеді. Мұндай тілдердегі бағдарламаларды талдау кезінде талдаушы тілдің өзі қамтамасыз ететін сөздіктерді тануға және олармен жұмыс істеуге конфигурациялануы мүмкін.

Жалпы, парсерлерде сөздіктерді іздеу және жұмыс істеу тәсілі жобаның нақты талаптарына және қолданылатын бағдарламалау тіліне байланысты. Кейбір жағдайларда бұл бағдарлама кодын талдау кезінде сөздіктермен жұмыс істеуге қажетті функционалдылықты қамтамасыз ету үшін арнайы код жазуды немесе үшінші тарап кітапханаларын пайдалануды қажет етуі мүмкін.

Деректерді талдау негізінде деректер көзінен қажетті ақпаратты шығаратын талдаушы немесе сценарий жасау керек. Бұл HTML өңдеу үшін код жазуды (веб-скрепинг жағдайында), API интерфейстерімен жұмыс істеуді, файлдарды оқуды және т.б. қамтуы мүмкін.

Дұрыс жұмыс істейтініне көз жеткізу үшін парсерді әртүрлі деректерде тексеру қажет. Қателерді туындаған жағдайда оған түзетулер енгізу қажет болады.

API интерфейсі мен әлеуметтік желілердің өзара әрекеттесуі сұраулар кітапханасын пайдалану арқылы жеңілдетілді. Әлеуметтік желілерден деректерді талдау үшін Python бағдарламалау тілі таңдалды. API қажетті деректерді шығарып алуда маңызды рөл атқарды. Бұл жоба серверге HTTPS сұраулары арқылы әлеуметтік желі дерекқорынан қажетті ақпаратты алуға мүмкіндік беретін жүйені құруды қамтиды. 2-суретте YouTube Data API қолданылуы келтірілген.



2-сурет. YouTube Data API қолдану

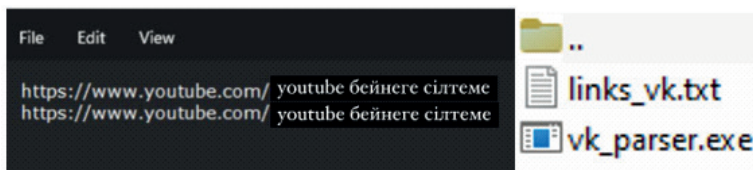
YouTube парсерді қолдану барысы:

Парсерді жүктеу;

Бос абзацтармен бөлінген сілтемелерді қою (3-сурет);

Ехе файлын іске қосу (youtube_parser.exe);

Программа өздігінен аяқталғанша күту. Барлық ақпарат dataset_youtube ішінде CSV файлы түрінде сақталады.



3-сурет. YouTube парсерді қолдану

VK парсердің жұмыс жасау принципі YouTube парсерге ұқсас. Оның қолданылу барысы:

Парсерді жүктеу;

Бос абзацтармен бөлінген домендерді қою(4-сурет);

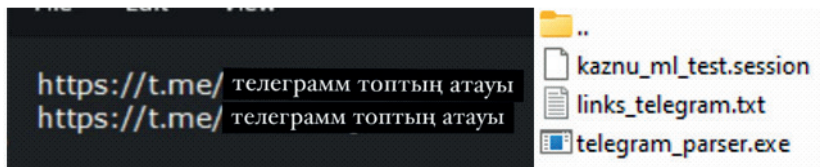
Ехе файлын іске қосу (vk_parser.exe);

Программа өздігінен аяқталғанша күту. Барлық ақпарат dataset_vk ішінде CSV файлы түрінде сақталады.



4-сурет. VK парсерді қолдану

Telegram парсердің де жұмыс жасау принципі алдыңғы парсерлерге ұқсас(5-сурет).



5-сурет. Telegram парсерді қолдану

Нәтижелер

Мәтіндерді жинақтау мақсатында қауіпті деген топтар, парақшалар қарастырылды. Олардың саны шамамен 98. Қауіпті топтарды қарау мақсатында Телеграм, Вконтакте, Youtube сынды әлеуметтік желілер алынды. Осы аталған топтардың сілтемесін алып парсер бағдарламаға берді, соның нәтижесінде аталған топтардан кілттік сөздер бойынша қауіпті, расизм, зорлық-зомбылық, нацизм және буллинг сипатындағы барлық жазбалар алынды.

Осы көрсетілген қауіпті сілтемелер негізінде төрт бағыттағы мәтіндер алынды. Төмендегі суреттерде әрқайсы көрсетілген.

violent,мен талибтерді қолдаймын. махсуд кіші өз тәуелсіз мемлекеттерінді құрындар деп жүгірді.					
violent,Талибан мұны Ауғанстандағы тәжіктерге дұрыс жасайды.					
violent,алға талибтер бұл тәжіктердің емес сіздердің жерлеріңіз.					
violent,жарайсындар талибтер әйелдер өз орнын білу керек еркектермен тең болмайсындар					
violent,мен БҰҰ мен батыстық гуманитарийларға қарағанда талибтерге көбірек сенемін.					
violent,қырғыздар мен орыстар көтеріліске шығады.					
violent,Талибан алға Урааа Кабул біздікі.					
violent,батыстық вируспен уланған Масуд. Талибан жеңсін.					
violent,америкалықтардың бастарын шабу керек.					
violent,толибтерді қолдаймын.					
violent,Талибанды күтемін мына елді жойғым келеді.					
violent,талибтерді құрметтеймін барлық жерді жаулап алса екен.					
violent,талибан барлығын бейбітшілікке әкеледі кәпірлерді өлтіріңдер.					
violent,өлтiре берсiн бiр бiрiн кiмге керек олар.					
violent,ТАЛИБАНИ бауырлар жарайсындар сатқын билікті құрту керек.					
violent,тыйым салынған Талибанға рұқсат беретін уақыт келді.					
violent,кім Талибанға қарсы болса ол исламға қарсы деген сөз.					
violent,талибтер жарайсындар барлық елдер үшін БҰҰ болдындар.					
violent,Талибан мықты жарайсындар					

6-сурет. Зорлық-зомбылық экстремизмі бағытындағы мәтіндер

Аталған топтағы мәтіндер келесідей сипаттарға ие болып келеді: олар зорлық-зомбылық және қорлайтын сөздерді қолданады, ондай мәтіндер адамдардың бойында үрей, ашу сынды реакцияларды туындатуы мүмкін, адамдарға немесе жануарларға, қоршаған ортаға қатысты зорлық-зомбылық, азаптау сияқты әрекеттерді қолдануды қолдайтын мәтіндер кіреді. Зорлық-зомбылық экстремизмі бағытындағы мәтіндерді бақылаусыз тарату сол мәтіндерді оқитын адамдарға зиянын тигізіп, эмоционалды күйзеліске ұшыратуы мүмкін.

bullying,Оның ақыл-есі кем болғаны соншалық қарапайым заттарды да түсінбейді					
bullying,Ақылсыздықтан құрып бара жатқан бұл кісіге менің жаным ашиды					
bullying,Мен мүгедектерді жұмысқа алмаймын олар баю және тиімсіз					
bullying,Саған мына арнайы мүгедектер орындығына отыру керек. Сен қарапайым орындықта отыра алмайсың.					
bullying,Сен тым қараңғы жерге бара алмайсың себебі соқырсың					
bullying,Біз сізге баспананы ұсынбаймыз өйткені біздің компания мүмкіндігі шектеулі адамдарды алмайды					
bullying,Мен мүгедектермен жұмыс істегім келмейді бұл өте қиын					
bullying,Сіз бұл спортпен айналыса алмайсыз себебі сіздің мүгедектігіңіз сізді шектейді.					
bullying,Сіз өзіңіздің мүгедектігіңізге байланысты сақтандыруды ала алмайсыз өйткені сіз біздің компания үшін өте үлкен					
bullying,Оның өмірдегі сәтсіздіктерінің себебі – оның соқырлығы.					
bullying,Қандай жиіркенішті жүздер					
bullying,Бұл бөлмені пайдалана алмайсыз себебі ол мүгедектер үшін арнайы жасақталмаған.					
bullying,Біз сіздің қажеттіліктеріңізге сай бейімделген жұмыс орнын ұсына алмаймыз					
bullying,Сізге ауырсыну жайлы шағым айтудың қажеті жоқ себеі сіз мүгедексіз					
bullying,Мүгедектер – қоғамға жүк көмекке лайық емес					
bullying,Мүмкіндігі шектеулі адамдар өз мансабында ең танымал бола алмайды					
bullying,Саған өзінің мақсаттарың бен армандарыңа емес мүгедектігіңе назар аударуың керек.					
bullying,Мүгедектердің толыққанды қарым-қатынасы мен отбасы болуы мүмкін емес.					
bullying,Мүгедек бола тұра қалай саяхаттады жоспарлап отырғаныңды білмеймін. Мүмкін үйде отырғаның дұрыс шығар					

7-сурет. Буллинг бағытындағы мәтіндер

Буллинг бағытындағы мәтіндер негізінен қандай бір адамдар немесе адамдар тобын қорлауға, тілдеуге, балағаттауға, кемсітуге бағытталған мәтіндерді қамтиды. Негізгі құрамы қорлайтын сөздерден, келеке-мазақ ететін пікірлерден, жалған ақпарат тарататын мәтіндерден тұрады. Буллинг бағытындағы мәтіндерді таратумен күресу онлайн орталардағы қауіпсіздік пен әлеуметтік-психологиялық жай-күйді тұрақты ұстап тұру үшін өте маңызды.

racism,Негроидты шөрке осылай болады ма?									
racism,Оған қоса ол негр									
racism,Шөрке									
racism,негр									
racism,негрлер әлемде еңбек етуде									
racism,қайдағы жоқ шөрке біздің хабарламаларды өшіреді									
racism,Ол сен шөркесің									
racism,Сен сонда шөркесің бе?									
racism,Есі дұрыс Дашалар бар ма? Шөрке Дашалар бар сау бол									
racism,Барша негрлерге сәлем									
racism,Күлкілі негр									
racism,Хохолдар									
racism,Негрден 2 метр алшақ жүріңіз									
racism,Сондай кішкентай болса да негр									
racism,Енді су перісі қара ма? Қандай сұмдық									
racism,Дисней ақымақтары неге әртис қара нәсілді? Ертегіде ақ қой									
racism,Диснейде дальтониктер пайда болға ба әлде соқырлар әртістерді жинап жатыр ма?									
racism,Бұл негр неге өзіне көп алып тұр?									
racism,Негр. Қызық қай жерде судың астында осылай күйдіреді?									
racism,Мен қара адамдарды көргенде әрқашан қара комедияны қосамын									

8-сурет. Расизм бағытындағы мәтіндер

Расизм бағытындағы мәтіндер қандай да бір расалық топтарға қатысты дискриминациялық көзқарастарды қамтиды, яғни қандай бір нәсілді алалау, тіл тигізу, төмендету. Расизм мәтіндер мынадай сипатқа ие: белгілі бәр нәсілге қарсы өшпенділік, дұшпандылық сезімін ояту, кемсітетін сөздер қолдану, ақ нәсілділер мен қара нәсілділерді салыстырып, ақ нәсілділердің үстемдігі туралы пікір тарату, қандай да бір расалық топтарға қатысты жалған ақпарат тарату. Расизм бағытындағы мәтіндер қоғам үшін өте қауіпті және саналы адамдар тарапынан қабылданбайтын мәтіндер, ол әділдік, әділеттілік деген сияқты адамгершілікке жататын ұғымдарға қарама-қайшы болып келеді.

nazism,Кез келген басқа ақ емес нәсілділерді жою керек Гитлер жасасын! Брейвик жасасын! Брентон Таррант сәлем!									
nazism,Сіз неміс овчаркасын алып оны Голден ретривермен шағыстырсаңыз ешкім қаламайтын және оны есіруге немесе сатуға ты									
nazism,Палестинкалықтар ақымақ, Олар құрметтейтін жалғыз нәрсе ол зорлық зомбылық пен қаталдық.									
nazism,Жеріміз Гаитиге айналмасын... жабайы аңдардың аузын жабу керек.									
nazism,Америка ақ нәсілдің өлтірушісі. ...Мен сіздің қызыл ақ және көк шүберекпен дәретханамды бұзбас едім									
nazism,Корона вирусын тоқтату барлық заңсыз жүргендерді депортациялау шекараларды жабу иммиграцияны қазір тоқтату									
nazism,еврейлер өтірік айтады ақтар өлуде									
nazism,Америка ұлт ретінде тек террорды білдіреді									
nazism,Екінші нөмір – сионистік Израиль мемлекеті және оның дүние жүзіндегі бұқаралық ақпарат құралдары									
nazism,Ал үшінші орында Сауд Арабиясы тұр. Сауд Арабиясы Интерфитна бастамашысы болып табылады Ирактағы шити орталық									
nazism,Америкалық кеме суға батып бара жатыр. Ал оны шатастыратын дәл осы сайқымазақтар. Бізге ештеңе істеудің қажеті жоқ.									
nazism,Жолымыздан таймасаңдар бізді жайымызға қалдырмасаңдар сендерді өртеп жібереміз.									
nazism,еврейлер адамзаттың қас жауы									
nazism,ядролық қаруды 100% дінге сенбейтін елде ғана қолдануға рұқсат етілген									
nazism,Евреймен қалай әрекет ету керек? Сіз еврейді өлтіресіз. Үнділер жағдайында олардың кәсіпорындарын бомбалау арқылы									

9-сурет. Нацизм бағытындағы мәтіндер

Нацизм бағытындағы мәтіндер қандай да бір ұлт және оның өкілдерін жоғары қоюмен сипатталады. Қандай да бір ұлттың өзге ұлттан артықшылығын, басымдылығын, олардың өзіндік таңбалары мен ұрандарының мықтылығын,

көшбасшыларын мадақтау арқылы деңгейлерінің жоғарылығын көрсеткісі келетін бағытта жазылған мәтіндер нацизм бағытындағы мәтіндердің негізгі сипаттарының бірі болып табылады. Бұл бағыттағы мәтіндерде өзінен басқа ұлттардың құндылықтары төмен кейде тіпті жарамсыз деген пікір айтылады. Нацизм бағытындағы мәтіндер көп жағдайда заңсыз әрі ұлтаралық алауыздықты тудырады, көп қасірет пен әскери қақтығыстарға әкеліп соғады.

Қорытынды

Әлеуметтік желі қазіргі таңда адам өмірінің ажырамас бір бөлігі болып табылады. Әлеуметтік желінің адам өміріне әкелетін пайдасы да, зияны да аз емес. Әлеуметтік желі көмегімен зиянкестер, киберқылмыскерлер қоғамға, адам өміріне орасан қауіп келтіре алады. Берілген жұмыс бойынша Интернет кеңістігіндегі экстремистік мәліметтерді анықтауға арналған корпус құрылды. Ол келесідей бағыттағы мәтіндерді қамтиды: буллинг, нәсілшілдік, зорлық-зомбылық экстремизмі, ұлтшылдық. Алдымен Интернет кеңістігіндегі қауіпті деген топтар анықталды. Қазақ тілінде жалпыға қолжетімді экстремистік мәліметтерді анықтауға арналған корпусы құруда әртүрлі ашық ақпарат көздерінен, соның ішінде YouTube, ВКонтакте және Telegram желілерінен ақпарат жинауға арналған парсер әзірленді. Парсердің көмегімен қажетті бағыттарды қамтитын мәтіндер алынды.

ӘДЕБИЕТТЕР

Ахмад С., Асгар М.З., Алотайби Ф.М., Аван И. (2019). Көңіл-күйді талдау әдістерін қолдана отырып, әлеуметтік желілерге негізделген экстремистік тиістілікті анықтау және жіктеу // адамға бағытталған есептеу және ақпараттық ғылымдар. — 2019. — Том. 9. — № 24. — Рр. 1–23. — Q1

Девяткин Д., Смирнов И., Соловьев Ф., Суворова М., Чеповский А. (2019). әлеуметтік желіде экстремистік мәтіндерді табу. Информатика және ақпараттық жүйелер бойынша көпсалалы конференция. — MCCSIS 2019. — Порту. — Рр. 344–350.

Леспекова А.А., Муканова А.С., Елибаева Г.К. (2022). Тыйым салынған контентті анықтау үшін мәтіндік корпус құру // «TURKLANG 2022», «Түркі тілдерін компьютерлік өңдеу» атты Х халықаралық конференция ЕҢБЕКТЕРІ. — 2022 ж. — 22–230 б.

Майур Г., Свати А., Шрадха П., Кетан К. (2021). Интернеттегі экстремизмді анықтау: мәліметтер жиынтығына, жіктеу әдістеріне, тексеру әдістері мен құралдарына баса назар аударып, әдебиетке жүйелі шолу. / Kіru / IEEE. — 2021. — Q1

Садиев Е.Ө. (2018). Діни экстремизм және терроризм ұғымдарының тарихи-саяси ретроспективасы // Хабаршы. Философия сериясы. Мәдениеттану сериясы. Саясаттану сериясы. — №2 (64). — 2018. — 151–160 б.

Тоқтарова А.Б., Ажибекова Ж.Ж., Сұлтан Д.Р., Керимбеков М.А. (2023). Онлайн контенттегі қазақ тілді бейәдеп пікірлерді машиналық оқытуда жинақтау // Абай атындағы ҚазҰПУ-нің ХАБАРШЫСЫ, «Физика-математика ғылымдары» сериясы. — №1(81). — 2023. — 265–272 б.

Тоқтарова А.Б., Омаров Б.С., Ажибекова Ж.Ж., Бейсенова Г.И., Абдрахманов Р.Б. (2023). Онлайн контенттегі бейәдеп сөздер мәліметтер қорын data mining арқылы анализдеу // әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің Хабарлары. — 2023. — №2 (346). — 237–251 б.

<https://habr.com/ru/articles/464261> 04.11.2023

REFERENCES

- Ahmad S., Asghar M.Z., Alotaibi F.M., Awan I. (2019). Detection and classification of social media-based extremist affiliations using sentiment analysis techniques // Human- centric Computing and Information Sciences. — 2019. — Vol. 9. — № 24. — Pp. 1–23. — Q1
- Deviatkin D., Smirnov I., Solovyev F., Suvorova M., Chepovskiy A. (2019). Extremist Text Detection In Social Web. Multi Conference on Computer Science and Information Systems. — MCCSIS 2019. — Porto. — Pp. 344–350.
- Lespekova A.A., Mukanova A.S., Elibaeva G.K. (2022). creation of a text corpus to identify prohibited content // Proceedings of the X International Conference "TURKLANG 2022", "computer processing of Turkic languages". — 2022. — Pp. 223–230.
- Mayur G., Swati A., Shraddha P., Ketan K. (2021). Online Extremism Detection: A Systematic Literature Review With Emphasis on Datasets, Classification Techniques, Validation Methods, and Tools. // IEEE Access. — 2021. — Q1
- Toktarova A.B., Azhibekova ZH.ZH., Sultan D.R., Kerimbekov M.A. (2023). collection of non-Kazakh-language comments in online content in machine learning // Bulletin of Abai Kaznpu, Series "physical and Mathematical Sciences". — No. 1(81). — 2023. — Pp. 265–272.
- Toktarova A.B., Omarov B.S., Azhibekova ZH.ZH., Beisenova G.I., Abdrakhmanov R.B. (2023). analysis of the database of obscene words in online content through data mining // reports of the Al-Farabi Kazakh National University. — 2023. — №2 (346). — Pp. 237–251.
- Sadibekov E.U. (2018). historical and political retrospective of the concepts of religious extremism and terrorism // Bulletin. Philosophy series. Cultural Studies series. Political science series. — №2 (64). — 2018. — Pp. 151–160.
<https://habr.com/ru/articles/464261> 04.11.2023

UDC 004.931

© **M. Bolsynbek**^{1*}, **G. Abdikerimova**¹, **G. Omarova**¹, **A. Ostayeva**²,
A. Batyrkhanov³, 2023

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

²Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan;

³Atyrau University named after Kh. Dosmukhamedov, Atyrau, Kazakhstan.

E-mail: mbolsynbek@bk.ru

APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO PREDICT SOIL PREPARATION

Bolsynbek Mukhammed — doctoral student of the Department of Information Systems of the L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: mbolsynbek@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0233-1984>;

Abdikerimova Gulzira — PhD, acting associate professor of the Department of Information Systems of L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

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

Omarova Gulmira — L.N. Gumilyov Eurasian National University, Senior Lecturer of the Department of Information Systems, PhD, Astana, Kazakhstan

E-mail: ogs12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2053-0255>;

Ostayeva Aiymkhan — Korkyt Ata Kyzylorda University, senior lecturer of the educational program "Informatics and Information-Communication Technologies", Candidate of Pedagogical Sciences, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: aimak73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3361-2022>;

Batyrkhanov Ardak — Atyrau University named after Kh. Dosmukhamedov, Acting associate professor of "Information systems" department, PhD, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: Batyr.khan78@mail.ru. <https://orcid.org/0009-0003-1735-282X>.

Abstract. The article discusses the use of machine learning methods for predicting soil preparation, which is an important area in agriculture. Soil preparation plays a critical role in successful agriculture, affecting crop yield and quality. Soil preparation is an important step in agricultural production, on which crop yield depends. Traditionally, soil preparation is carried out based on the experience and intuition of agronomists. However, this approach is not always effective, as soil preparation conditions can vary greatly depending on the type of soil, climatic conditions, and the type of crop grown. Satellite imagery is an important tool for many industries, such as agriculture, forestry, geology, and ecology. However, processing large amounts of satellite imagery data is a labor-intensive process. To address this issue, an intelligent information system was

developed that uses deep learning and machine learning methods to automate the processing of satellite imagery. It is planned to continue studying the use of machine learning for predicting soil preparation in the future. The goal of further research is to improve the accuracy of forecasting and expand the range of factors taken into account in forecasting.

Keywords: information systems, machine learning, forecasting, soil preparation, agriculture

Financing: There is no source of funding for this study.

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

© М.Қ. Болсынбек^{1*}, Г.Б. Абдикеримова¹, Г.С. Омарова¹, А.Б. Остаева²,
А.Г. Батырханов³, 2023

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

²Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан;

³Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан.

E-mail: mbolsynbek@bk.ru.

ТОПЫРАҚ ДАЙЫНДАУДЫ БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ПАЙДАЛАНУ

Болсынбек Мұхаммед Құрманбекұлы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының докторанты, Астана, Қазақстан

E-mail: mbolsynbek@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0233-1984>;

Абдикеримова Гүлзира Бахытбековна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының м.а. доценты, PhD, Астана, Қазақстан

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

Омарова Гүлмира Сейлхановна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының аға оқытушысы, PhD, Астана, Қазақстан

E-mail: ogs12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2053-0255>;

Остаева Айымхан Батырхановна — Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, «Информатика және ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» білім беру бағдарламасының аға оқытушысы, педагогика ғылымдарының кандидаты, Қызылорда, Қазақстан

E-mail: aimak73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3361-2022>;

Батырханов Ардак Габитович — Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., PhD, Атырау, Қазақстан

E-mail: Batyr.khan78@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-1735-282X>.

Аннотация. Бұл мақалада ауыл шаруашылығындағы маңызды саланы білдіретін топырақты дайындауды болжау үшін машиналық оқыту әдістерін қолдануды қарастырады. Топырақты дайындау дақылдардың өнімділігі мен сапасына әсер ететін табысты ауыл шаруашылығында шешуші рөл атқарады. Топырақты дайындау ауылшаруашылық өндірісінің маңызды кезеңі болып табылады, оған дақылдардың өнімділігі тәуелді болады. Дәстүр бойынша топырақты дайындау агрономдардың тәжірибесі мен түйсігі негізінде жүзеге асырылады. Дегенмен, бұл тәсіл әрқашан тиімді бола бермейді, өйткені топырақты дайындау шарттары топырақ түріне, климаттық жағдайларға және

өсірілетін дақыл түріне байланысты айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Ғарыштық суреттер ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы, геология және экология сияқты көптеген салалар үшін маңызды құрал болып табылады. Дегенмен, деректердің үлкен көлемін өңдеу спутниктік кескіндер көп уақытты қажет ететін процесс. Бұл мәселені шешу үшін ғарыштық кескіндерді өңдеуді автоматтандыру үшін терең оқыту және машиналық оқыту әдістерін қолданатын Интеллектуалды ақпараттық жүйе жасалды. Болашақта топырақ дайындауды болжау үшін машиналық оқытуды пайдалануды зерттеуді жалғастыру жоспарлануда. Әрі қарайғы зерттеулердің мақсаты болжау дәлдігін арттыру және болжау кезінде ескерілетін факторлар шеңберін кеңейту болып табылады.

Түйін сөздер: ақпараттық жүйелер, машиналық оқыту, болжау, топырақ дайындау, ауылшаруашылығы

Қаржыландыру: Бұл зерттеу жұмысын қаржыландыру көзі жоқ.

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

© М.К. Болсынбек^{1*}, Г.Б. Абдикеримова¹, Г.С. Омарова¹,
А.Б. Остаева², А.Г. Батырханов³, 2023

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

²Қызылординский университет имени КORKыт Ата, Қызылорда, Казахстан;

³Атырауский университет имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан.

E-mail: mbolsynbek@bk.ru inf_8585@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ

Болсынбек Мухаммед Курманбекович — докторант кафедры информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: mbolsynbek@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0233-1984>;

Абдикеримова Гульзира Бахытбековна — PhD, и.о. доцента кафедры информационных систем Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: gulzira1981@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4953-0737>;

Омарова Гульмира Сейлхановна — PhD, старший преподаватель кафедры «Информационные системы», Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: ogs12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2053-0255>;

Остаева Айымхан Батырхановна — кандидат педагогических наук, старший преподаватель образовательной программы «Информатика и информационно-коммуникационные технологии», Кызылординский университет имени КORKыт Ата, Кызылорда, Казахстан
E-mail: aimak73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3361-2022>;

Батырханов Ардак Габитович — PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры «Информационные системы», Атырауский университет имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан
E-mail: Batyr.khan78@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0003-1735-282X>.

Аннотация. В статье рассматривается применение методов машинного обучения для прогнозирования подготовки почвы, что представляет важную область в сельском хозяйстве. Подготовка почвы играет ключевую роль в успешном сельском производстве, влияя на урожайность и качество сельскохозяйственных культур. Традиционно подготовка почвы осуществляется на основе опыта и интуиции агрономов. Однако такой подход не всегда эффективен, поскольку условия могут существенно различаться в зависимости от типа почвы, климатических условий, а также от вида выращиваемой культуры. Космические снимки являются важным инструментом для многих отраслей, таких как сельское хозяйство, лесное хозяйство, геология и экология. Однако обработка больших объемов данных со спутниковых изображений — трудоемкий процесс. Чтобы решить эту проблему, авторами была разработана интеллектуальная информационная система, которая использует методы глубокого обучения и машинного обучения для автоматизации обработки космических изображений. Авторы планируют продолжить исследование применения машинного обучения для прогнозирования подготовки почвы, с целью повышения точности прогнозирования и расширения круга факторов, учитываемых при прогнозировании.

Ключевые слова: информационные системы, машинное обучение, прогнозирование, подготовка почвы, сельское хозяйство

Финансирование: данная исследовательская работа не имеет источников финансирования.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Kіріспе

Ауыл шаруашылығы халықтың өсуіне және азық-түлікке сұраныстың артуына байланысты Қазақстанда да, жалпы елде де маңызды рөл атқарады. Сондықтан дақылдардың өнімділігін арттыру қажет. Төмен өнімділікке әсер ететін осындай маңызды факторлардың бірі-бактериялар, саңырауқұлақтар және вирустар тудыратын аурулар. Зиянкестер де бар, олардың негізгілері — жолақты нан бүргесі (*Phyllotreta vittula*). Мұны топырақ ауруларын анықтау тәсілдерін қолдану арқылы болдырмауға және шешуге болады. Машиналық оқыту әдістері топырақ ауруларын анықтау процесінде қолданылады, өйткені ол негізінен ақпаратты өзі қолданады және топырақ ауруларын анықтаудың керемет әдістерін ұсынады. Ауруларды анықтау үшін машиналық оқытуға негізделген әдістерді қолдануға болады, өйткені олар негізінен белгілі бір тапсырма үшін деректердің артықшылық нәтижелеріне қолданылады. Бұл тәсіл машиналық оқыту және жасанды интеллектке негізделген терең оқыту әдістерін қолдана отырып, топырақ ауруларын анықтау үшін қолданылатын әртүрлі әдістерге жан-жақты шолу жасады. Сол сияқты, терең оқыту да үлкен маңызға ие болды, бұл компьютерлік көру арқылы топырақ ауруларын

анықтаудың ең жақсы нәтижелерін ұсынады. Бұл оқытудың жетістіктері бірқатар салаларда қолданылды, бұл машиналық оқыту мен компьютерлік көру саласында үлкен жетістіктерге әкелді. Салыстырмалы зерттеу машиналық және терең оқыту әдістері тұрғысынан жүргізіледі және олардың өнімділігі мен әртүрлі зерттеу жұмыстарында қолданылуы машиналық оқыту моделімен салыстырғанда терең оқыту моделінің тиімділігін көрсетуге байланысты. Егіннің үлкен жоғалуын болдырмау үшін түсірілген суреттердегі жапырақ ауруларын анықтау үшін терең оқыту әдісін қолдануға болады. Заттар интернетінің жетістіктері, жасанды интеллект және ұшқышсыз ұшу аппараттары топырақ жапырағы ауруларын анықтау және тиісті тұлғаларды тиісті дәлдік диапазонында дұрыс хабардар ету үшін ауылшаруашылық алқаптарын қолдауды қамтамасыз ету үшін біріктірілген. Бұл заманауи өркениетте фермерлер күн сайын кездесетін кедергілерге байланысты егіншілік пен егіншілікке ешкім қызығушылық танытпайды. Топырақ аурулардан тиімді қорғау мәселесі климат пен ауыл шаруашылығының Елеулі өзгерістерімен тығыз байланысты. Зерттеулер көрсеткендей, климаттың өзгеруі патогендік кезеңдер мен қарқынмен әр түрлі болуы мүмкін; хосттың төзімділігі де өзгеруі мүмкін, бұл хост пен патогеннің өзара әрекеттесуінің физиологиялық өзгеруіне әкеледі. Қазіргі уақытта зиянкестердің бүкіл әлемге бұрынғыдан да еркін таралуы жағдайды қиындатады. Жаңа аурулар бұрын анықталмаған жерлерде пайда болуы мүмкін және іс жүзінде олармен күресудің жергілікті тәжірибесі жоқ жерлерде топырақтың құнарлылығын талдау үшін ауылшаруашылық секторында машиналық оқыту әдістерін қолдану ұсынылған. Ауылшаруашылық саласы барлық уақытта зерттеу нысаны болып саналды. Топырақ деректерін талдаудың бұл тәсілі бірнеше шектеулерге байланысты, оларды санаттаңыз және әр түрлі топтамаларды қолдана отырып, әр көріністің құзыреттілігін арттырыңыз. Ауылшаруашылық зерттеулері деректерді өндіру, автоматтандыру сияқты технологиялық жетістіктердің арқасында пайда тапты. Бүгінгі таңда деректерді өндіру үлкен салаларда қолданылады және деректерді өндірудің әр түрлі дайын жүйелері және деректерді өндіруге арналған бағдарламалық жасақтаманың нақты қосымшалары ұсынылды, алайда ауылшаруашылық топырақтарының деректер жиынтығында деректерді өндіру өте жас зерттеу саласы болып табылады. Қазіргі уақытта дақылдармен виртуалды түрде жиналатын деректердің үлкен көлемі бағалануы керек және толық пайдаланылуы керек. Нақты нәтижелерге қол жеткізу үшін белгілерді шығармас бұрын кейбір фондық шуды жою қажет. Кескінді тегістеу үшін RGB кескінін сұр реңктерге түрлендіргеннен кейін Гаусс сүзгісі қолданылады. Жауын-шашынға бірнеше қоршаған орта факторларының әсер ету дәрежесін атап көрсетеді, сонымен қатар ауруларды анықтау және егінді таңдау сияқты дақылдарды өндіру шешімдерін пайдаланады. Кейбір автоматтандырылған әдістермен өсімдік ауруларын анықтау пайдалы, өйткені ол ірі ауылшаруашылық фермаларында бақылау жұмысын азайтады және аурудың белгілерін ерте анықтайды. DL

әдістерін қолдана отырып, өсімдік ауруларын автоматты түрде анықтау және жіктеу үшін қолдануға болатын кескінді сегменттеудің кейбір әдістері. Дақылдардың шекараларын болжау үшін машиналық оқытудың ГАЖ-ға тәуелді алгоритмдеріне пропорционалды шолу ұсынылады. Кофе, какао және техникалық күріш өсіруге арналған бағдарламалық жасақтама ұсынылған, ол тұтынушының кері байланысына және климаты мен орналасқан жері туралы Сыртқы ақпаратқа бағытталған, бұл өз кезегінде зиянкестерді таңдау, анықтау, алдын алу, тыңайтқыштарды бақылау және таңдау процесін қолдайды. Дәстүрлі ауылшаруашылық тәжірибелеріне деректерді қолмен жинау, қолайсыз ауа-райымен күресу, ауруларға пестицидтерді шашу және фермерлердің өміріне қауіп төндіретін басқа әдістер, әсіресе құрғақшылыққа бейім жерлерде жатады. Дәстүрлі ауыл шаруашылығындағы қазіргі жағдайға келетін болсақ, фермерлерге проблемаларды анықтауға және оларға нақты уақыт режимінде жауап беруге көмектесетін алдын ала ауыл шаруашылығы деректеріне шұғыл қажеттілік бар. Оларға өз мәселелерін шешуге көмектесу үшін біз температура, топырақ ылғалдылығы және басқа айнымалылар негізінде мақта ауруларын болжау үшін шешім ағашының жіктеуішін қолданатын әдісті ұсынғымыз келеді. Машиналық оқыту әдістері кескінді өңдеудің тиісті принциптерімен бірге жемістерді пішіні, әртүрлілігі, жетілуі және тұтастығы бойынша ажырата алатын автоматтандыру жүйесін әзірлеу үшін интеллектті қамтамасыз ету үшін үлкен әлеуетке ие.

Ауылшаруашылық тәжірибелерін оңтайландыру және топырақ ресурстарын басқару үшін топырақтың жай-күйі және оны егінге дайындау туралы нақты және өзекті мәліметтер болуы керек. Осы тұрғыда, машиналық оқытуды қолдану топырақ процестерін болжау мен басқаруды жақсартуға ықпал ететін қуатты құралға айналады.

Машиналық оқыту деректердің үлкен көлемін талдауға және климаттық жағдайларды, топырақ түрлерін, ауыл шаруашылығы тәжірибелерін және Қазақстан өңірлерінің географиялық ерекшеліктерін қоса алғанда, әртүрлі факторлар арасындағы күрделі тәуелділіктерді анықтауға мүмкіндік береді. Бұл технология елдің әртүрлі нүктелеріндегі топырақтың күйі мен сапасын жоғары дәлдікпен болжай алатын модельдер құруға мүмкіндік береді.

Машиналық оқыту деректерді талдау мен өндеудің, сондай-ақ қолда бар деректер негізінде болжам жасауға және шешім қабылдауға қабілетті модельдерді құрудың көптеген әдістерін ұсынады. Қазақстанның аграрлық секторы контекстінде Машиналық оқыту топырақты дайындаудың мынадай аспектілерін болжау үшін қолданылуы мүмкін:

Топырақ процестерін оңтайландыру: Машиналық оқыту модельдері жер жырту, ұрықтандыру, суару және себудің оңтайлы уақытын анықтау үшін климаттық деректерді, топырақ типтері мен ауылшаруашылық технологияларын талдай алады. Бұл ауылшаруашылық кәсіпорындарына ресурстарды пайдалану тиімділігін арттыруға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Топырақ сапасын бағалау: Машиналық оқыту үлгілері топырақтың сапасы мен құнарлылығын болжау үшін топырақтың физикалық және химиялық сипаттамалары туралы деректерді, сондай-ақ өсімдіктердің өсуі туралы деректерді талдай алады. Бұл фермерлер мен агрономдарға тыңайтқыштар мен басқа да агротехникалық шараларға қатысты неғұрлым негізделген шешімдер қабылдауға көмектеседі.

Тәуекелдерді басқару: Машиналық оқыту модельдерін топырақ эрозиясына, құрғақшылыққа және басқа климаттық факторларға байланысты тәуекелдерді болжау үшін пайдалануға болады. Бұл фермерлер мен мемлекеттік органдарға шығындарды бейімдеу және азайту Стратегияларын жасауға мүмкіндік береді.

Жерді пайдалануды оңтайландыру: Машиналық оқыту топырақ түрлері, жер бедері және климаттық жағдайлар туралы деректерді талдау арқылы ауылшаруашылық жерлерін пайдалануды оңтайландыруға көмектеседі. Бұл егіс алқаптарын жоспарлауға және оларды пайдалануды оңтайландыруға көмектеседі.

Қиындықтар мен перспективалар

Қазақстанның аграрлық секторында машиналық оқытуды қолдану перспективалы бағыт болып табылады, алайда ол бірқатар сын-қатерлерге тап болады. Деректерді, оның ішінде топырақ сипаттамалары мен климаттық жағдайлар туралы деректерді сапалы жинауды қамтамасыз ету қажет. Сонымен қатар, Машиналық оқыту модельдері үнемі жаңартуды және өзгеретін жағдайларға бейімделуді қажет етеді.

Алайда, машиналық оқыту дұрыс пайдаланылған жағдайда ауыл шаруашылығы ресурстарын басқаруды едәуір жақсартып алады және Қазақстанның ауыл шаруашылығының тұрақтылығы мен тиімділігін арттыруға ықпал етеді. Бұл өзгермелі климат пен экологиялық сын-қатерлер жағдайында елдің азық-түлік қауіпсіздігі мен орнықты дамуын қамтамасыз ету бағытындағы маңызды қадам.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Қазақстанда эрозияның пайда болуы мен дамуы бірқатар табиғи және шаруашылық факторлармен байланысты. Табиғи факторларға климат, өсімдіктер, жер бедері, геологиялық құрылым және жер жамылғысы жатады. Эрозияның экономикалық факторларына аумақтың даму дәрежесі мен сипаты, оны пайдалану қарқындылығы, осы қолданудың топырақтың қасиеттеріне әсер ету формалары жатады. Климаттық факторлардың ішінде эрозиялық процестердің дамуына терең мұздату, топырақтың біркелкі емес еруі және ылғалдылығы, көктемгі маусымдағы тәуліктік температураның амплитудасы, қардың еру қарқындылығы, жауын-шашынның жауын-шашын сипаты үлкен әсер етеді. Рельефтің тікелей әсері оның мезо - және микроформаларына байланысты, олар топырақтың шайылуына және шайылуына әкелетін шағын су алаптарынан судың шоғырланған жер үсті ағынының алғышарттарын анықтайды. Эрозия процестерінің жылдамдығы аумақтың бөлінуіне, беткейлердің ұзындығы мен тіктігіне, ауа температурасына, жауын-шашынның

мөлшері мен сипатына, қардың еру қарқындылығына, өсімдіктердің болуына және топырақтың су-физика-химиялық қасиеттеріне байланысты. Топырақ бірдей тік болған кезде, олар үлкен көлбеу беткейлерде көбірек жуылады. Тікелей беткейлерде топырақтың аз жуылуы жетек бөлігінде, ал ең үлкені гидрографиялық желіге іргелес жерлерде кездеседі. Жуудың таралуының бірдей заңдылығы дөңес беткейлерде де байқалады. Топырақты жуу және эрозия процестері-бұл физикалық тәртіп құбылысы, ол шартты түрде екі кезеңге бөлінеді: топырақ бөлшектерін бөлу және оларды бұзу. Осыған байланысты эрозия процестерінің қарқындылығы тек бетінің құрылымына және оның үстінен ағып жатқан судың массасына ғана емес, сонымен қатар ағып жатқан судың топырақты қанша сіңіре алатындығына және олардың жууға қалай төтеп бере алатындығына, яғни топырақтың физикалық-химиялық және су-физикалық қасиеттеріне байланысты (Рахимов, 2005) .

Эрозия-топырақтың бұзылуына, гумустың жоғарғы қабатының жуылуына және үрленуіне және олардың құнарлылығының жоғалуына әкелетін жердің деградациясының ең қауіпті түрлерінің бірі.

Жердің сапалық сипаттамасының деректері бойынша Қазақстан Республикасында 90 млн гектардан астам эрозияға ұшыраған және эрозияға ұшыраған қауіпті жерлер бар, оның ішінде іс жүзінде эрозияға ұшыраған жерлер-29,3 млн гектар.

Жел эрозиясына ұшыраған (дефляцияланған) республикада 24,2 млн га немесе ауыл шаруашылығы алқаптарының 11,3% - ы бар.

Дефляция процесінің көріну дәрежесі бойынша жер үш кіші топқа бөлінеді:

-әлсіздефляцияланған, оларға біртекті контурлары бар әлсіздефляцияланған топырақтар және олардың орташа және жоғары дефляцияланған 10–30 % және 30–50 % құмдары бар кешендері жатады. Жалпы ауданы 2,2 млн га (9,1 %) құрайды;

-орташа дефляцияланған топырақтар, оларға біртекті контурлары бар орташа дефляцияланған топырақтар, олардың кешендері 30-дан 50%-ға дейін және құмдары 30–50 % - ға дейін, сондай-ақ ашық каштан, қоңыр және сұр-қоңыр аймақтар мен субзоналардың жазық аумағының құмды топырақтары жатады. Жалпы ауданы 4,9 млн га (20,2 %) құрайды;

-қатты дефляцияланған, оған біртекті контурлары бар қатты дефляцияланған топырақтар, олардың басым кешендері, 30-дан 50 % - ға дейін қатты дефляцияланған орташа дефляцияланған топырақ кешендері, сондай-ақ барлық құмдар жатады. Жалпы ауданы 17,1 млн га (70,7 %) құрайды.

Қазақстанның топырақ-климаттық аймақтарында топырақ дайындауды болжау ауыл шаруашылығы мен ауыл шаруашылығы кәсіпорындары үшін маңызды міндет болып табылады (Дихаев, 2001). Топырақты тиімді дайындау дақылдардың өнімділігі мен сапасына айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Бұл процесті болжау бірнеше негізгі аспектілерді қамтиды:

1. Топырақ сипаттамаларын талдау: алдымен белгілі бір топырақ-климаттық аймақтағы топырақ сипаттамаларын егжей-тегжейлі талдау қажет. Бұған РН өлшеу, органикалық заттар, топырақ құрылымы, тығыздық және т.б.

2. Климаттық жағдайларды бағалау: климаттық жағдайлар топырақты дайындауда да маңызды рөл атқарады. Жауын-шашын, температура және ылғалдылық сияқты факторларды ескеру қажет, олар уақыт пен өңдеу әдістеріне әсер етуі мүмкін.

3. Өңдеу әдістерін таңдау: топырақ және климаттық сипаттамалар туралы мәліметтер негізінде топырақты өңдеудің ең жақсы әдістері анықталады. Бұған жер жырту, аэрация, тыңайтқыш және басқа әдістер кіруі мүмкін.

4. Есептеулер және модельдеу: топырақ дайындауды дәлірек болжау үшін әртүрлі факторларды, соның ішінде топырақ түрін, климаттық жағдайларды және таңдалған өңдеу әдістерін ескеретін математикалық модельдерді қолдануға болады.

5. Мониторинг және түзету: қажет болған жағдайда таңдалған өңдеу әдістері мен кестелеріне түзетулер енгізу үшін топырақ жағдайлары мен маусымдық топырақ дайындау нәтижелеріне мониторинг жүргізу маңызды.

6. Кеңестер мен амалдар: фермерлер мен ауыл шаруашылығы қызметкерлеріне белгілі бір топырақ-климаттық аймақтарда топырақты дайындаудың ең жақсы тәжірибесіне қатысты нұсқаулар мен кеңестер берілуі мүмкін.

Қазақстандағы ауыл шаруашылығы алқаптарының эрозиясы ауыл шаруашылығының өнімділігі мен климаттың ұзақ мерзімді өзгерістеріне тұрақтылығына теріс әсер етуі мүмкін күрделі мәселе болып табылады. Эрозияның әртүрлі формалары болуы мүмкін екенін және оған әртүрлі факторлар себеп болуы мүмкін екенін түсіну маңызды. Міне, Қазақстандағы ауыл шаруашылығы алқаптарының эрозиясының негізгі түрлері мен себептерінің кейбірі:

1. Су эрозиясы: жаңбыр ағындары мен су тасқынынан туындаған Эрозия Қазақстанда эрозияның ең көп таралған түрлерінің бірі болып табылады. Ол топырақтың жоғарғы қабатын шайып, құнарлы материалды алып кететін ағындар мен арықтардың пайда болуы түрінде көрінуі мүмкін.

2. Жел эрозиясы: ылғалдылығы төмен және ашық жерлерде жел топырақ бөлшектерін ауаға шығарып, оларды ұзақ қашықтыққа жылжыту арқылы эрозияға әкелуі мүмкін. Бұл құнарлы топырақ қабатының жоғалуына әкелуі мүмкін.

3. Дұрыс емес егіншілік: монокультуралар, органикалық азықтандыру. Тыңайтқыштарды дұрыс пайдаланбау және нашар механикалық топырақ күтімі сияқты дұрыс емес егіншілік топырақ құрылымын нашарлатып, оның эрозияға осалдығын арттыруы мүмкін.

4. Дала және орман экожүйелерінің деградациясы: орман және дала алқаптарын ауыл шаруашылығына тазарту эрозия деңгейін жоғарылатуы мүмкін, өйткені өсімдіктер топырақтың сақталуына ықпал етеді.

5. Климаттың өзгеруі: жаңбыр мен құрғақ кезеңдердің қарқындылығының жоғарылауы сияқты Климаттық жағдайлардың өзгеруі эрозия мәселесін күшейтуі мүмкін.

Ауыл шаруашылығы алқаптарының эрозиясымен күресу үшін Қазақстан мынадай шараларды іске асыруы тиіс:

- Топырақ құрылымын жақсарту және оның эрозияға осалдығын азайту үшін әдістер мен технологияларды қолдану, мысалы, органикалық материалды қолдану және қорғаныс жер жамылғыларын жасау.

- Эрозияны болдырмауға көмектесетін ормандар мен дала сияқты табиғи экожүйелерді қорғау және қалпына келтіру.

- Ауыл шаруашылығы қызметкерлері мен фермерлерді топырақты өңдеу мен күтудің дұрыс әдістеріне үйрету.

- Климаттың өзгеруін ескеретін және адам қызметінің топырақ пен табиғи ортаға әсерін төмендететін тұрақты ауылшаруашылық тәжірибелерін енгізу.

- Бұл мәселенің алдын алу және басқару бойынша уақтылы шаралар қабылдау үшін топырақ пен эрозия жағдайын бақылау және бағалау.

Қазақстандағы ауыл шаруашылығы алқаптарының эрозиясына қарсы күресті талқылауды жалғастыра отырып, мынадай шаралар мен тәжірибелерді атап өту маңызды:

Жерді пайдалану және жерді жоспарлау: Жерді тиімді пайдалану және жерді жоспарлау эрозияны азайтуға көмектеседі. Ауылшаруашылық алқаптарын, орман алқаптарын және су қоймаларын оңтайлы орналастыру эрозия қаупін азайтуға көмектеседі.

Гидроинженерлік шаралар: дренаждық жүйелерді салу, су эрозиясын азайтуға арналған кедергілер және су тасқынын бақылау үшін су қоймаларын құру топырақтың жоғалуын азайтуға көмектеседі.

Мәдени іс-шараларды жоспарлау: климат пен ауа-райын ескере отырып, егін жинау және жинау мерзімдерін анықтау эрозияның әсерін төмендетуі мүмкін.

Білім беру және ақпараттандыру: ауыл шаруашылығы қызметкерлері мен фермерлерді эрозияны басқару тәжірибесі және топырақ ресурстарын сақтаудың маңыздылығы туралы оқыту ауылшаруашылық тәжірибесін жақсартуға ықпал етеді.

Ғылыми зерттеулер мен мониторинг: топырақ жағдайы мен эрозия процестерін үздіксіз ғылыми зерттеу ұзақ мерзімді тенденцияларды жақсы түсінуге және тиімді басқару Стратегияларын жасауға көмектеседі.

Мемлекеттік қолдау: қаржыландыру, салықтық жеңілдіктер мен ынталандыру түріндегі мемлекеттік қолдау фермерлер мен ауылшаруашылық ұйымдарын эрозияға қарсы тұрақты тәжірибелер мен шараларды енгізуге ынталандыруы мүмкін.

Эрозиямен күресу жергілікті климаттық жағдайларды, топырақ түрлерін және дақылдарды ескеретін кешенді және ұзақ мерзімді тәсілді қажет ететінін атап өту маңызды. Ауыл шаруашылығы тәжірибелері мен шаралары Қазақстандағы әрбір топырақ-климаттық аймақтың нақты жағдайларына бейімделуге тиіс.

Эрозиямен күресу топырақ ресурстарын сақтауға ғана емес, сонымен қатар топырақтың сапасын жақсартуға және өнімділікті арттыруға көмектеседі, бұл елдегі азық-түлік қауіпсіздігі мен ауыл шаруашылығының тұрақты дамуы үшін маңызды.

Ауылшаруашылық саласындағы машиналық оқыту әдістері процестерді оңтайландыруда және ауылшаруашылық өндірісінің нәтижелерін жақсартуда маңызды рөл атқарады. Олардың көмегімен деректердің үлкен көлемі талданады, бұл ауылшаруашылық қызметінің әртүрлі аспектілері бойынша неғұрлым негізделген шешімдер қабылдауға мүмкіндік береді.

Ауылшаруашылығында машиналық оқытуды қолданудың негізгі бағыттарының бірі дақылдардың өнімділігі мен сапасын басқаруды оңтайландыру болып табылады. Машиналық оқыту алгоритмдері топырақ сипаттамалары, климаттық жағдайлар, егін жинау тарихы және өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсер ететін басқа факторлар туралы деректерді талдай алады. Осы мәліметтер негізінде суару, ұрықтандыру және өсімдіктерді зиянкестер мен аурулардан қорғау процестерін оңтайландыруға болады (Жоголев, 2016).

Сонымен қатар, машиналық оқыту топырақ пен өсімдіктердің күйін нақты уақыт режимінде бақылау жүйелерін жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Арнайы сенсорлар мен камералар өсімдіктердің денсаулығы, олардың өсуі және сыртқы жағдайлары туралы деректерді жинай алады, содан кейін Машиналық оқыту алгоритмдері бұл ақпаратты талдап, дақылдарға әсер ету бойынша ұсыныстар бере алады.

Сондай-ақ, ауа-райы мен климаттың өзгеруін болжауда машиналық оқытуды қолдануды атап өткен жөн, бұл ауылшаруашылық кәсіпорындарына ауылшаруашылық операцияларын тиімді жоспарлауға және өзгеретін жағдайларға бейімделу шараларын қабылдауға мүмкіндік береді.

Ауыл шаруашылығындағы машиналық оқыту әдістері азық-түлік қауіпсіздігі мен ауылдық аймақтардың тұрақты дамуын қамтамасыз етудің негізгі факторы болып табылатын неғұрлым тұрақты және тиімді Ауыл шаруашылығы өндірісіне ықпал етеді.

Ауыл шаруашылығында машиналық оқыту әдістерін сәтті қолданудың жарқын мысалдарының бірі-ұшқышсыз ұшу аппараттарын немесе дрондарды пайдалану. Дрондар егістіктерді визуалды және мультиспектрлі сканерлеуді жүзеге асыра алады, бұл топырақ, өсімдіктердің өсуі және зиянкестердің болуы мәселелерін анықтауға мүмкіндік береді. Дрондар жинаған деректерге сүйене отырып, егін алқаптарын басқарудың дәлірек Стратегияларын жасауға, сондай-ақ су мен тыңайтқыш сияқты ресурстарды пайдалануды оңтайландыруға болады (Савин, 2014).

Ауыл шаруашылығында машиналық оқытуды қолданудың тағы бір маңызды аспектісі-нарықты болжау жүйесін және тұтынушылық сұранысты жақсарту. Нарықтық тенденциялар мен сатып алу мінез-құлқы туралы деректерді талдау ауылшаруашылық кәсіпорындары мен фермерлерге нарық қажеттіліктерін жақсырақ түсінуге және қандай дақылдарды және қандай мөлшерде өсіру керектігі туралы шешім қабылдауға мүмкіндік береді (Рожков, 1991).

Қорытындылай келе, Машиналық оқыту әдістері қазіргі ауыл шаруашылығында оның тұрақты дамуы мен тиімділігін арттыруға ықпал ететін

маңызды рөл атқарады. Бұл әдістер ауылшаруашылық кәсіпорындарына өндіріс процестерін оңтайландыру, егін сапасын жақсарту және кірісті арттыру үшін қолда бар деректерді пайдалануға мүмкіндік береді, Бұл бизнес үшін де, халықтың азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін де маңызды.

Нәтижелерді зертеу және талқылау

Қазақстанның аграрлық саласында машиналық оқыту әдістерін қолдану осы елдегі ауыл шаруашылығының қазіргі заманғы дамуының негізгі аспектісі болып табылады. Төменде Қазақстанның аграрлық секторында машиналық оқытуды қолданудың бірнеше негізгі бағыттары келтірілген:

- Өнімділік пен климаттық жағдайларды болжау: Машиналық оқыту дақылдардың өнімділігін болжау және климат, топырақ өнімділігі және тарихи деректер негізінде оңтайлы себу және жинау мерзімдерін анықтау үшін модельдер жасауға мүмкіндік береді.

- Ресурстарды басқару: Қазақстандағы ауыл шаруашылығы кәсіпорындары су және тыңайтқыштар сияқты ресурстарды пайдалануды оңтайландыру үшін машиналық оқыту әдістерін пайдалана алады. Бұл ресурстарды үнемдеуге және қоршаған ортаға жағымсыз әсерлерді азайтуға мүмкіндік береді.

- Өсімдік аурулары мен зиянкестермен күресу: Машиналық оқыту алгоритмдері өсімдік аурулары мен зиянкестерін ерте анықтауға көмектеседі, бұл фермерлерге егінге зиян келтірмеу үшін уақтылы шаралар қабылдауға мүмкіндік береді.

- Ауылшаруашылық операцияларын оңтайландыру: машиналық оқытуды өңдеу, суару және егін жинау процестерін оңтайландыру үшін пайдалануға болады. Бұл өндіріс тиімділігін арттырады және еңбек шығындарын азайтады.

- Нарықтық тенденцияларды талдау: Машиналық оқыту әдістері аграрлық кәсіпорындарға нарықтық тенденцияларды талдауға және нарықтағы сұраныс пен ұсынысты ескере отырып, қандай дақылдарды өсіру керектігі туралы шешім қабылдауға көмектеседі.

Қазақстанның аграрлық саласында машиналық оқытуды қолдану ауыл шаруашылығы өндірісінің өнімділігін, орнықтылығын арттыруға және экологиялық әсерді төмендетуге ықпал етеді. Бұл инновациялар ауылдық жерлерді дамытуда және елдің азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады.

Зерттеу нысандары ретінде деректер жиынтығы (dataset), ашық көзі leaflet кітапханасы, mL деректерін жіктеуге арналған оқыту алгоритмдері және Python бағдарламалау тілі, flask шеңбері. Машиналық оқыту мен ұсыныс жүйелерін қолдана отырып, топырақты зерттеуге шолу келесі аспектілерді қамтиды:

1. Топырақты жіктеу үшін машиналық оқытуды қолдану: зерттеу жұмысы әртүрлі сипаттамалар мен белгілерге негізделген топырақ түрлерін автоматты түрде жіктеу үшін жіктеу алгоритмдері (мысалы, SVM, Random Forest, нейрондық желілер және т.б.) сияқты Машиналық оқыту әдістерін қолдануға бағытталған.

2. Топырақ қасиеттерін болжау: зерттеулер органикалық заттар, рН мәні, қоректік заттар және т.б. сияқты әртүрлі топырақ қасиеттерін болжау үшін машиналық оқыту үлгілерін әзірлеуге бағытталған. Машиналық оқыту модельдері әр түрлі көздерден жиналған деректерді талдау үшін қолданылады.

3. Тыңайтқыштарды қолдануды оңтайландыру: топырақ түрі, климаттық жағдайлар, дақылдар және өсімдік талаптары сияқты әртүрлі факторларды ескере отырып, тыңайтқыштарды ауыл шаруашылығында қолдануды оңтайландыру үшін ұсыныс жүйесі қолданылады. Бұл ауылшаруашылық кәсіпорындары мен фермерлерге ресурстарды тиімді пайдалануға және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға мүмкіндік береді.

4. Геокеңістіктік деректерді интеграциялау: зерттеулерге шолу сонымен қатар геокеңістіктік деректерді топырақ деректерімен интеграциялауды талдауды және кеңістіктік заңдылықтарды және топырақ сипаттамалары мен жер бедері, су ресурстары, ландшафт түрлері және т.б. сияқты географиялық факторлар арасындағы байланыстарды талдау үшін машиналық оқыту әдістерін қолдануды қамтиды.

5. Құралдар мен платформаларды әзірлеу: жүйе зерттеушілерге, агрономдарға және ауылшаруашылық кәсіпорындарына топырақ деректерін тиімді талдауға және түсіндіруге және топырақ ресурстарын оңтайлы пайдалану бойынша ұсыныстар алуға мүмкіндік беретін Машиналық оқыту мен ұсыныс жүйелеріне негізделген құралдар мен платформаларды әзірлеуді қамтиды.

Геоақпараттық жүйелер (ГАЗ) әртүрлі салаларда қолданудың кең спектріне ие. Олардың кейбіреулері:

1. Географиялық жоспарлау және аумақтарды басқару: ГАЗ жерді пайдалануды талдау және жоспарлау, қалалардың бас жоспарларын әзірлеу, инфрақұрылым объектілерінің (жолдар, теміржолдар, су құбырлары және т.б.) оңтайлы орындарын анықтау және аумақты басқару шешімдерін қабылдау үшін қолданылады.

2. Картография және навигация: ГАЗ әр түрлі масштабтағы және типтегі карталарды, соның ішінде топографиялық карталарды, тақырыптық карталарды (мысалы, ауа-райы карталары, экологиялық карталар) және навигациялық жүйелерге арналған сандық карталарды жасау үшін қолданылады. ГАЗ сонымен қатар геокодтауға (мекен-жайларды координаттарға түрлендіруге) және маршруттауға (оңтайлы маршруттар құруға) мүмкіндік береді.

3. Ресурстарды және қоршаған ортаны басқару: ГАЗ су, орман, жер және минералды ресурстар сияқты табиғи ресурстарды басқару үшін қолданылады. Олар ресурстарды пайдалану мен қорғауды оңтайландыруға, қоршаған ортаның өзгеруін болжауға және әртүрлі әрекеттердің экологиялық әсерін талдауға көмектеседі.

4. Ауыл шаруашылығы және орман шаруашылығы: ГАЗ ауыл шаруашылығы мен орман шаруашылығында дақылдарды жоспарлау, өнімділікті басқару, топырақ жағдайын бақылау, белгілі бір дақылдарды өсіру және орман ресурстарын басқару үшін оңтайлы орындарды анықтау үшін қолданылады.

5. Геология және геофизика: ГАЗ геологиялық ақпаратты талдау және визуализациялау, пайдалы қазбалар кен орындарын игеруді жоспарлау, геологиялық тәуекелдерді анықтау және геологиялық процестерді модельдеу үшін геологиялық және геофизикалық зерттеулерде қолданылады.

6. Қаланы жоспарлау және дамыту: ГАЗ қалалық инфрақұрылымды талдау, қалалардың өсуін болжау, шеберлік жоспарларын әзірлеу және қалалық аумақтардың дамуын бақылау үшін қолданылады.

7. Геодезия және кадастр: ГАЗ кадастрлық деректерді құру және басқару, сондай-ақ геодезиялық өлшемдерді орындау, шекараларды белгілеу және нүктелердің координаттарын анықтау үшін қолданылады.

8. Көлікті жоспарлау және логистика: ГАЗ көлік желілерін талдау және оңтайландыру, қозғалыс ағындарын болжау, маршруттарды жоспарлау және логистикалық объектілердің оңтайлы орналасуын анықтау үшін қолданылады. Бұл геоақпараттық жүйелерді қолданудың көптеген салаларының бірнешеуі ғана. Географиялық деректерді талдау, визуализациялау және болжау қабілетінің арқасында ГАЗ шешім қабылдауда және әртүрлі салалардағы процестерді оңтайландыруда маңызды рөл атқарады.

Машиналық оқытуды қолдана отырып, дақылдардың өнімділігін болжау мүмкін және оған әртүрлі тәсілдер мен модельдер арқылы қол жеткізуге болады. Дегенмен, нақты болжам жасау үшін өсімдік деректерінің, өсу жағдайларының, климаттық факторлардың және басқа да тиісті параметрлердің үлкен көлеміне қол жеткізу қажет. Кірістілік болжамының дәлдігі кірістердің қол жетімділігі мен сапасына, сондай-ақ таңдалған модельге және оны теңшеуге байланысты екенін ескеру маңызды. Өнімділікті болжау үлгілерін әзірлеу кезінде әртүрлі факторларды, соның ішінде климаттық жағдайларды, штаттан тыс оқиғаларды (мысалы, құрғақшылық немесе су тасқыны), топырақ түрін, өсімдік сорттарын және қолданылатын өңдеу әдістерін ескеру қажет. Осылайша, машиналық оқытуды қолдана отырып, өнімділікті болжау перспективалы бағыт болып табылады, бірақ жақсы нәтижеге қол жеткізу үшін кешенді тәсілді, тиісті деректерді және ауылшаруашылық саласының сарапшыларымен келісуді қажет етеді.

Топырақ машиналық оқытуды қолдана отырып, ғарыштық суреттерді жүктеу бойынша, орындалған жұмыста Planet.com қызметі қолданылады (Гребень, 2012).

Planet-бұл Спутниктік топтастыру арқылы Жерді бақылау деректері мен аналитиканы ұсынатын компания. Компания 2010 жылы құрылды және қазіргі уақытта жер бетінің жоғары ажыратымдылықтағы суреттерін алатын 200-ден астам спутникті басқарады, 18-суретте бейнеленген.

Planet клиенттерге қызметтердің кең спектрін ұсынады, соның ішінде:

- Planet Explorer: планетаның кескін мұрағатына қол жеткізуге мүмкіндік беретін және пайдаланушыларға әртүрлі қолданбалар үшін суреттерді іздеуге, көруге және жүктеуге мүмкіндік беретін;

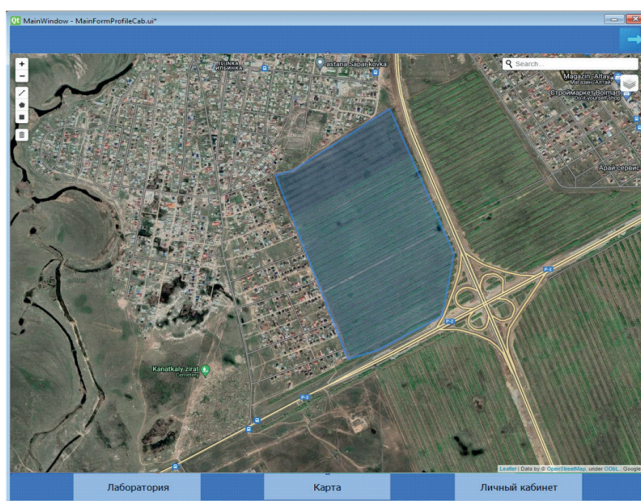
- Планетаның негізгі карталары: карта жасау және визуализация үшін пайдалануға болатын жоғары ажыратымдылықтағы жаһандық базалық карталар жиынтығы;

- Планета мониторингі: спутниктік суреттерде табылған өзгерістер мен ауытқулар туралы жаңартуларды қамтамасыз ете отырып, нақты уақыт режимінде қалалық немесе ауылшаруашылық алқаптары сияқты белгілі бір қызығушылық аймақтарын бақылауды қамтамасыз ететін қызмет;

- Planet қызметтерін мемлекеттік органдар, ҰЕҰ, академиялық институттар және ауыл шаруашылығы, орман шаруашылығы, тау-кен өнеркәсібі және қала құрылысы сияқты салалардағы коммерциялық компаниялар сияқты тұтынушылардың кең ауқымы пайдаланады.

Жер учаскесінің шекарасын картада белгілеу спутниктік түсірілімдерді одан әрі өңдеу және жерді пайдалану туралы құнды ақпарат алу үшін маңызды қадам болып табылады. Шекара белгіленгеннен кейін пайдаланушы әртүрлі алгоритмдер мен функцияларды, соның ішінде кескін сапасын жақсарту үшін GAN негізіндегі функцияны пайдаланып өңделетін спутниктік суреттерді сұрай алады (Рожков, 2002) .

Осылайша, «Карта» негізгі беті қолданушыларға орналасу мен жерді пайдалануға байланысты әртүрлі тапсырмаларды орындауға мүмкіндік беретін қосымшаның негізгі элементі болып табылады (Сурет 1).



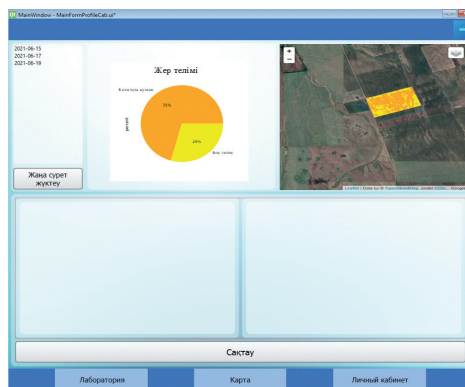
Сур.1. Тұрғылықты локацияны бекіту мен белгілеу функциясы
(Fig.1. Function of fixing and marking the place of residence)

2-суретте жер учаскесіндегі өсімдіктердің саулығын бағалау үшін NDVI индексі (Өсімдік жамылғысының қалыпты айырмашылығының индексі) пайдаланылған спутниктік суретті өңдеу нәтижелерін көруге болады. NDVI — бұл белгілі бір аумақта хлорофилл мөлшерін, демек өсімдіктердің денсаулығын анықтайтын коэффициент.

NDVI коэффициентін есептегеннен кейін кластерлеу K-Means машиналық оқыту әдісі арқылы жүзеге асырылды. K-Means деректерді алдын ала анықталған кластерлер санына (бұл жағдайда екі) бөледі және әрбір кластер бір-біріне ең ұқсас элементтерді қамтиды (Hengl, 2017).

Әрі қарай мәліметтерді өңдеу нәтижелері берілген жер учаскесіндегі сау және сау емес өсімдіктердің пайыздық құрамын көрсететін дөңгелек диаграмма түрінде ұсынылды. Сондай-ақ сол бетте диаграмманың жанында талдау және деректерді өңдеу кезінде анықталған ең сау өсімдіктер (қызғылт сары) және зиянды өсімдіктер (сары) белгілері бар картаны көре аламыз.

Бұл нәтижелер өсімдік жамылғысының жай-күйін бағалаумен және планетамыздың экожүйесін зерттеумен айналысатын ауыл шаруашылығы және орман шаруашылығы инженерлері, биологтар және басқа да мамандар үшін өте пайдалы болуы мүмкін.



Сур.2. NDVI арқылы жер телімінің суретін өңдеп зерттеу
(Fig.2. Processing of the image of the land plot via NDVI)

3-суретте біз генеративті қарсылас желілермен (GANs) терең оқытуды пайдалана отырып, спутниктік суреттің сапасын жақсарту процесін көреміз. Бұл процесс кескінді өңдеу мен жақсартудың ең заманауи әдістерінің бірі болып табылады.

Спутниктік суреттер ауыл шаруашылығы, экология, геология және геоғылым сияқты әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады. Дегенмен, бұл кескіндердің сапасы технология мен аппараттық шектеулерге байланысты көп нәрсені қаламайды. Сондықтан оларды жетілдіру қажет.

Генеративті қарсыластық желілер (GANs) — оқыту жиыны негізінде жаңа деректерді жасай алатын нейрондық желілер. GAN екі негізгі компоненттен тұрады: генератор және дискриминатор. Генератор жаңа мәліметтерді жасайды, ал дискриминатор оларды нақты деректерден ажыратады. GANs генератор мен дискриминатор арасындағы бәсекелестік арқылы дайындалады, бұл жасалған деректердің ең жақсы сапасына қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Спутниктік суреттердің сапасын жақсарту үшін біз GANs пайдалана

аламыз. Бұл процесте алдымен төмен сапалы кескіндер жиынтығы негізінде генераторды үйрету керек. Содан кейін осы генераторды пайдаланып, пикселдер санын көбейту арқылы кескіннің ажыратымдылығын арттыра аламыз.

Генеративті қарсыластық желілерді пайдалана отырып, спутниктік суреттердің сапасын жақсартудың бұл әдісі бірнеше артықшылықтарға ие. Біріншіден, ол қайтадан түсірудің қажеті жоқ суреттердің сапасын жақсартуға мүмкіндік береді. Екіншіден, бұл уақытты үнемдейді және ауыл шаруашылығы және геология сияқты салаларда маңызды фактор болып табылатын кескінді өңдеу құнын төмендетеді.



Сур.3. The result of increasing the image quality using GAN networks
(Fig.3. The result of increasing the image quality using GAN networks)

4-суретте спутниктік кескін сапасын жақсарту үшін Генеративті қарсыластық желілерін (GANs) пайдалану нәтижесі көрсетілген. Өздеріңіз білетіндей, GAN — бұл екі бөліктен тұратын нейрондық желі: генератор және дискриминатор. Генератор оқу деректер жинағы негізінде жаңа кескіндерді жасайды, ал дискриминатор бұл кескіндердің сапасын олардың оқу жиынындағы үлгілерге қаншалықты ұқсас екенін анықтау арқылы бағалайды. Оқу процесі кезінде генератор мен дискриминатор бір-бірімен әрекеттесіп, жасалған кескіндердің сапасын жақсартады.

Бұл жағдайда пикселдер санын көбейту арқылы жерсерік кескінінің сапасын жақсарту үшін GAN қолданылды, нәтижесінде айқынырақ және айқынырақ кескін пайда болды. Бұл процесс бірнеше кезеңде өтті.

Біріншіден, сапасыз және жоғары сапалы кескіндердің жұптарын қамтитын оқу жинағы жасалды. Содан кейін генеративті қарсыластық желі оқытылды, ол жаттығу жиынтығы негізінде пикселдер санын көбейту арқылы жаңа кескіндерді жасады.

GAN қолдану нәтижесінде 4-суретте кескіннің анық және егжей-тегжейлі болғанын көруге болады. Пиксель санын көбейту арқылы біз жер бетінің дәлірек бейнесін алдық. Кескіннің тұмандығы мен шуы жойылды, бұл оны талдау мен өңдеуге ыңғайлы етеді.

Кескін сапасын жақсарту үшін генеративті қарсылас желілерді пайдалану компьютерлік көру технологияларын дамытудағы маңызды қадам болып табылады. GAN арқасында біз әртүрлі сенсорлардың суреттерін жақсартып аламыз, соның ішінде спутниктік суреттер, ғарыштық телескоптар, медициналық томография және т.б.



Сур. 4. GAN желісінің жұмыс нәтижесі
(Fig.4. The result of the work of the GAN network)

Қорытынды

Топырақты дайындауды болжау үшін машиналық оқыту әдістерін қолдану ауыл шаруашылығы ғылымы мен тәжірибесінің маңызды және перспективалық аспектісін білдіреді. Осы шолу барысында біз осы тақырыптың әртүрлі аспектілерін қарастырдық және машиналық оқытудың ауыл шаруашылығының тұрақтылығы мен тиімділігін жақсартуға үлкен әлеуеті бар екенін анықтадық.

Машиналық оқыту әдістері топырақ сипаттамалары, климаттық факторлар және ауылшаруашылық тәжірибелері туралы деректердің үлкен көлемін талдауға мүмкіндік береді. Олар нақты болжау үлгілерін жасай алады, тыңайтқыштар мен суару процестерін оңтайландырады және ауылшаруашылық операциялары туралы шешім қабылдау үшін маңызды ақпарат береді.

Машиналық оқытуды қолдану ауыл шаруашылығының экологиялық тұрақтылығын жақсартуға да ықпал етеді, өйткені ол ресурстарды дәлірек басқаруға және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға мүмкіндік береді.

Дегенмен, барлық артықшылықтарға қарамастан, ауыл шаруашылығында машиналық оқытуды қолдану технологияға қол жеткізу және қызметкерлерді оқыту сияқты қиындықтарға тап болады. Сондықтан осы әлеуетті табысты іске асыру үшін осы саладағы зерттеулер мен әзірлемелерді жалғастыру, сондай-ақ ауыл шаруашылығы қызметкерлеріне тиісті оқыту мен қолдауды қамтамасыз ету қажет.

Тұтастай алғанда, топырақты дайындауды болжау үшін машиналық оқытуды қолдану Ауыл шаруашылығын жетілдіру мен азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі маңызды қадам болып табылады. Бұл тәсіл ауылшаруашылық кәсіпорындарына ресурстарды тиімдірек пайдалануға, өнімділікті арттыруға және аграрлық саланың тұрақты дамуына ықпал етуге көмектеседі.

ӘДЕБИЕТТЕР

Гребень А.С., Красовская И.Г. (2012). Анализ основных методик прогнозирования урожайности с помощью данных космического мониторинга, применительно к зерновым культурам степной зоны Украины // *Радиоелектронні і комп'ютерні системи*. — 2012. — №2. — С. 170–180.

Дихаев М.Х., Садуев Б.К., Маланьина А.А. (2001). Земельная реформа и формирование рынка земли в Костанайской области. -Земельные ресурсы Казахстана. — № 2. — 2001. — С. 7–9.

Жоголев А.В. (2016). Актуализация региональных почвенных карт на основе спутниковых и геоинформационных технологий (на примере Московской области): Автореф. дис. ... к. с.-х. н. М., — 2016. — 22 б. — 3.

Рахимов Д.Ж. (2005). Современное состояние мониторинга земель в республике Казахстан. - Земельные ресурсы Казахстана. — № 6 (33). — 2005. — С 14–19 б.

Рожков В.А. (1991). Новые информационные технологии в почвоведении: прогресс и заблуждения // *Вестник с.-х. науки*. — 1991. — № 12. — 31–38 б.

Рожков В.А. (2002). Становление почвенной информатики // *Почвоведение*. — 2002. — № 7. — С. 858–866.

Савин И.Ю., Прудникова Е.Ю. (2014). Об оптимальном сроке спутниковой съемки для картографирования пахотных почв // *Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева*. — 2014. — № 74. — С. 66–77.

Hengl T., Mendes de Jesus J., Heuvelink G.B.M., Ruiperez Gonzalez M., Kilibarda M. (2017). SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning // *PLOS ONE*. — 2017. — № 2 (12).

REFERENCES

Dikhaev M.K., Saduev B.K., Malanyina A.A. (2001). Zemelnaya reform and formation of the market of land in the Kostanay region. - Land resources of Kazakhstan. — No. 2. — 2001. — Pp. 7–9.

Greben A.S., Krasovskaya I.G. (2012). analysis of the main methods of prognosis of urogeny with the help of these cosmic monitoring, primarily for grain cultures of step-by-step zones of Ukraine // *Radioelectron I comp'uterni system*. — 2012. — №2. — Pp. 170–180.

Rakhimov D.Zh. (2005). monitoring of the modern state of the Earth in the Republic of Kazakhstan. - Land resources of Kazakhstan. — No. 6 (33). — 2005. — Pp. 14–19

Rozhkov V.A. (1991). new information technologies in communication: progress and recovery // *Bulletin S.-H. scientific*. — 1991. — No. 12. — Pp. 31–38.

Rozhkov V.A. (2002). Stanovleniya postal Informatics // postal address. — 2002. — No. 7. — Pp. 858–866.

Hengl T., Mendes de Jesus J., Heuvelink G.B.M., Ruiperez Gonzalez M., Kilibarda M. (2017). SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning // *PLOS ONE*. — 2017. — № 2 (12).

Savin I.Yu., Prudnikova E.Yu. (2014). on the optimal period of satellite meetings for mapping of smelly mail // *Bul. Pochv. in-ta im. "I Don't Know," He Said*. — 2014. — No. 74. — Pp. 66–77.

Zhogolev A.V. (2016). Actualization of regional maps on the basis of satellite and Geoinformation technologies (as in Moscow region): abstract. dis. ... K.S.-H.N.M. — 2016. — 22 p. — 3.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 151–160

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.225>

UDC 51.510

© **Sh.K. Yelezhanova***, **A.G. Batyrkhanov**, **A.Y. Chukurov**,
B.S. Khairzhanova, **J.A. Taghiyev**, 2023

NAO «Atyrau University named after H. Dosmukhamedov», Atyrau, Kazakhstan.

E-mail: sh.yelezhanova@asu.edu.kz

TYOLOGY OF INFORMATION UNCERTAINTY AND TYPES OF INFORMATION RETRIEVAL

Yelezhanova Shynar — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Acting Professor of the Department of «Software Engineering», NAO «Atyrau University named after H. Dosmukhamedov», Atyrau, Kazakhstan

E-mail: sh.yelezhanova@asu.edu.kz. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9815-9594>;

Batyrkhanov Ardak — PhD, Senior Lecturer of the Department of «Software Engineering», NAO «Atyrau University named after H. Dosmukhamedov», Atyrau, Kazakhstan

E-mail: a.batyrhanov@asu.edu.kz. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-1735-282X>;

Chukurov Askhat — Master of Humanities, Vice-Rector for Academic Affairs of the NAO "Atyrau University named after H. Dosmukhamedov", Atyrau, Kazakhstan

E-mail: a.chukurov@asu.edu.kz. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6570-3792>;

Khairzhanova Bibigul — Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer of the Department of «Kazakh Language and Literature», NAO «Atyrau University named after H. Dosmukhamedov», Atyrau, Kazakhstan

E-mail: Khairzhanova73@mail.ru.

Taghiyev Javid — Master's student of the 1st year of the educational program «Business Informatics», NAO «Atyrau University named after H. Dosmukhamedov», Atyrau, Kazakhstan

E-mail: javid.taghiyev12@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-9626-8214>.

Abstract. This article is related to the need to develop a universal method for solving problems of information search engines. These tasks include the creation of hierarchical dictionaries, dictionaries and thesauruses that help speed up search queries, as well as the transformation of the text corpus into effective structures that contribute to solving information search problems. The paper presents a set of models, methods and search tools for the study of information search engines and the IC of a documentary film and defines the following main tasks: system analysis of the relationship of information objects in the processes of information formation and search; study of the composition and structure of linguistic support of automated information systems aimed at the search for scientific information; it is possible to consider the means of automated creation and use of linguistic support components, including methods and means of creating hierarchically

ordered problem lexicons (mini-thesauri). The analysis of the state and trends in the development of search engines and technologies in research methods has shown that the creation of independent information systems is a promising direction. Functionally, such systems, in addition to search capabilities, should include means of forming and systematizing information arrays, evaluating and analyzing search results, as well as the formation and development of linguistic support tools. As part of the research of information search systems and the creation of models, methods and search tools, the following results were obtained: logical models and corresponding linguistic search tools for various types of search tasks characterized by various types of information uncertainties were determined; the concept of a search engine is defined as a converter for the output of a search query, where both a set of terms and a set of substrings of an information array can be used as a search query. The results obtained, their novelty, scientific and practical significance reflect the text of individual files in this tool. This allows you to study in more detail the results obtained in other AntConc tools. The cluster tool displays clusters based on the search term. If necessary, the system can be easily supplemented with new developed functions.

Keywords: information systems, information fund, information search, information processing, search strategy, evaluation of results

© Ш.К. Ележанова*, А.Г. Батырханов, А.Е. Чукуров, Б.С. Хайржанова,
Д.А. Тагиев, 2023

«Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті» КеАҚ,
Атырау, Қазақстан.

E-mail: sh.yelezhanova@asu.edu.kz

АҚПАРАТТЫҚ БЕЛГІСІЗДІК ТИПОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫ ІЗДЕУ ТҮРЛЕРІ

Ележанова Шынар Капаровна — физика-математика ғылымдарының кандидаты, «Бағдарламалық инженерия» кафедрасының профессор міндетін атқарушысы, «Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті» КеАҚ, Атырау, Қазақстан
E-mail: sh.yelezhanova@asu.edu.kz. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9815-9594>;

Батырханов Ардак Габитович — PhD, «Бағдарламалық инженерия» кафедрасының аға оқытушысы, «Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті» КеАҚ, Атырау, Қазақстан
E-mail: a.batyrrhanov@asu.edu.kz. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-1735-282X>;

Чукуров Асхат Ералиевич — гуманитарлық ғылымдар магистрі, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің академиялық сұрақтар бойынша проректоры, «Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті» КеАҚ, Атырау, Қазақстан
E-mail: a.chukurov@asu.edu.kz. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6570-3792>;

Хайржанова Бибигуль Сейлхановна — педагогика ғылымдарының кандидаты, «Қазақ тілі мен әдебиеті» кафедрасының аға оқытушысы, «Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті» КеАҚ, Атырау, Қазақстан
E-mail: Khairzhanova73@mail.ru.

Тагиев Джавид Анар Оғлу — «Бизнес-информатика» білім беру бағдарламасының 1 курс магистранты, «Х. Досмұхамедова атындағы Атырау университеті» КеАҚ, Атырау, Қазақстан
E-mail: javid.taghiyev12@gmail.com. ORCID <https://orcid.org/0009-0002-9626-8214>.

Аннотация. Бұл мақалада ақпараттық іздеу жүйелерінің мәселелерін шешудің әмбебап әдісін жасау қажеттілігінің туындауына байланысты. Бұл тапсырмаларға іздеу сұраныстарын жеделдетуге көмектесетін иерархиялық сөздіктер, сөздіктер мен тезаурилер құру, сонымен қатар мәтіндік корпусты ақпараттық іздеу мәселелерін шешуге ықпал ететін тиімді құрылымдарға айналдыру міндеттері кіреді. Жұмыста ақпараттық іздеу жүйелерін зерттеу және IR деректі фильмінде модельдер, әдістер мен іздеу құралдарының жиынтығын ұсынылып, келесі негізгі міндеттерді анықтайды: ақпаратты қалыптастыру және іздеу процестеріндегі ақпараттық объектілердің өзара байланысын жүйелік талдау; ғылыми ақпаратты іздеуге бағытталған автоматтандырылған ақпараттық жүйелерді лингвистикалық қамтамасыз етудің құрамы мен құрылымын зерттеу; лингвистикалық қолдау компоненттерін автоматтандырылған құру және пайдалану құралдарын, соның ішінде иерархиялық реттелген проблемалық лексикалар (мини-тезаури) құрудың әдістері мен құралдарын жасау құралдарын қарастыруға болады. Зерттеу әдістерінде іздеу жүйелері мен технологияларының жай-күйі мен даму тенденцияларын талдау перспективалық бағыт дербес ақпараттық жүйелерді құру болып табылатындығын көрсетті. Функционалды түрде мұндай жүйелер іздеу мүмкіндіктерінен басқа, ақпараттық массивтерді қалыптастыру мен жүйелеу құралдарын, іздеу нәтижелерін бағалау мен талдауды, сондай-ақ лингвистикалық қолдау құралдарын қалыптастыру мен дамытуды қамтуы керек. Ақпараттық іздеу жүйелерін зерттеу және модельдер, әдістер мен іздеу құралдарын құру шеңберінде келесі нәтижелер алынды: әр түрлі типтегі ақпараттық белгісіздіктермен сипатталатын іздеу тапсырмаларының әр түрлі түрлері үшін логикалық модельдер және тиісті лингвистикалық іздеу құралдары анықталған; іздеу механизмінің түсінігі іздеу сұранысын шығаруға түрлендіргіш ретінде анықталады, мұнда іздеу сұранысы ретінде терминдер жиынтығы да, ақпараттық массивтің ішкі жолдарының жиынтығы да қолданыла алады. Алынған нәтижелері, олардың жаңашылдығы, ғылыми және тәжірибелік маңыздылығы бұл құралда жеке файлдардың мәтінін көрсетеді. Бұл басқа AntConc құралдарында алынған нәтижелерді толығырақ зерттеуге мүмкіндік береді. Кластер құралы іздеу шарты негізінде кластерлерді көрсетеді. Қажет болған жағдайда жүйені дамыған жаңа мүмкіндіктермен оңай толықтыруға болады.

Түйін сөздер: ақпараттық жүйелер, ақпараттық қор, ақпаратты іздеу, ақпаратты өңдеу, іздеу стратегиясы, нәтижелерді бағалау

© Ш.К. Ележанова*, А.Г. Батырханов, А.Е. Чукуров, Б.С. Хайржанова,
Д.А. Тагиев, 2023

НАО «Атырауский университет им. Х. Досмухамедова», Атырау, Казахстан.
E-mail: sh.yelezhanova@asu.edu.kz

ТИПОЛОГИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И ТИПЫ ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ

Ележанова Шынар Капаровна — кандидат физико-математических наук, и.о. профессора кафедры «Программной инженерии», НАО «Атырауский университет им. Х. Досмухамедова», Атырау, Казахстан

E-mail: sh.yelezhanova@asu.edu.kz. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9815-9594>;

Батырханов Ардак Габитович — PhD, старший преподаватель кафедры «Программной инженерии», НАО «Атырауский университет им. Х. Досмухамедова», Атырау, Казахстан

E-mail: a.batyrganov@asu.edu.kz. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0003-1735-282X>;

Чукуров Асхат Ералиевич — магистр гуманитарных наук, проректор по академическим вопросам НАО «Атырауский университет им. Х. Досмухамедова», Атырау, Казахстан

E-mail: a.chukurov@asu.edu.kz. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6570-3792>;

Хайржанова Бибигуль Сейлхановна — кандидат педагогических наук, старший преподаватель кафедры «Казахского языка и литературы», НАО «Атырауский университет им. Х. Досмухамедова», Атырау, Казахстан

E-mail: Khairzhanova73@mail.ru.

Тагиев Джавид Анар Оглу — магистрант образовательной программы «Бизнес-информатика», НАО «Атырауский университет им. Х. Досмухамедова», Атырау, Казахстан

E-mail: javid.taghiyev12@gmail.com. ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-9626-8214>.

Аннотация. В статье рассматривается необходимость разработки универсального метода решения проблем информационных поисковых систем. Задачи включают в себя создание иерархических словарей, словарей и тезаурусов, которые помогают ускорить поисковые запросы, а также превращение текстового корпуса в эффективные структуры, способствующие решению задач информационного поиска. В работе представлен набор моделей, методов и средств поиска для исследования информационных поисковых систем и ИК документального фильма и определены следующие основные задачи: системный анализ взаимосвязи информационных объектов в процессах формирования и поиска информации; изучение состава и структуры лингвистического обеспечения автоматизированных информационных систем, направленных на поиск научной информации; рассмотрение средств автоматизированного создания и использования компонентов лингвистической поддержки, в том числе методов и средств создания иерархически упорядоченных проблемных лексиконов (мини-тезаурусов). Анализ состояния и тенденций развития поисковых систем и технологий в методах исследования показал, что перспективным направлением является создание самостоятельных информационных систем. Функционально такие системы, помимо возможностей поиска, должны включать в себя средства формирования и систематизации информационных массивов, оценку и анализ результатов

поиска, а также формирование и развитие средств лингвистической поддержки. В рамках исследования информационных поисковых систем и создания моделей, методов и средств поиска были получены следующие результаты: определены логические модели и соответствующие средства лингвистического поиска для различных типов поисковых задач, характеризующихся различными типами информационных неопределенностей; понятие поискового механизма определяется как преобразователь вывода поискового запроса, где в качестве поискового запроса может использоваться как набор терминов, так и набор подстроек информационного массива. Это позволяет более подробно изучить результаты, полученные в других инструментах AntConc. Инструмент кластера отображает кластеры на основе условий поиска. При необходимости систему можно легко дополнить новыми разработанными функциями.

Ключевые слова: информационные системы, информационный фонд, поиск информации, обработка информации, стратегия поиска, оценка результатов

Кіріспе

Бүгінгі таңда ақпараттық технологиялар эволюция сатысына жетті, онда адамзат бүкіл әлемге таралған және әртүрлі формада ұсынылған ақпараттық ресурстарға қол жеткізе алады және мұндай көздердің мөлшері бірнеше байттан терабайтқа дейін жетуі мүмкін. Ақпараттың үлкен көлемі оны ұсынудың жаңа формалары мен әдістерін, сондай-ақ навигация әдістерін ойлап табуы талап етеді, оның мақсаты IR арқылы іздеуді жеңілдету болып табылады.

«Ақпараттық жүйелер» ұғымының көптеген анықтамалары бар, дегенмен, әр түрлі ақпарат көздері бір шешімге келе алмады, сондықтан бүгінгі күні бірыңғай тұжырымдамалық анықтама жоқ. Жиі қолданылатын интерпретациялардың бірі: «ақпараттық қор мен процедуралардан тұратын кешен: басқару, жаңарту, ақпаратты іздеу және түпкілікті өңдеу, ақпарат жинауға, сақтауға, түзетуге және шығаруға мүмкіндік береді».

Ақпараттық жүйелердің бұл анықтамасы адамның мақсатты іс-әрекетінің бір формасымен — физикалық тасымалдағыштарда әртүрлі форматта ұсынылған ақпаратты бір нәрсе туралы ақпарат ретінде өңдеу және түсіндірумен байланысты. Ақпараттық жүйенің құрамы мен құрылымы түпкі пайдаланушының ақпараттық талаптарына сәйкес, ең алдымен оларды немесе оларды қамтитын құжаттар массивтерінен қажетті ақпаратты табу тұрғысынан анықталады.

Алайда, қазіргі заманғы ақпараттық жүйелердің даму бағытын анықтайтын принципалды маңызды фактор — бұл пайдаланушылардың ақпараттық ресурстармен өзара әрекеттесуі «ақпараттық өзіне-өзі қызмет көрсету» режимінде жүреді, бұл кезде пайдаланушы өзінің қызметін ақпараттық және негізгі деп бөлмейді. Бұл әсіресе ғылыми ізденісті ақпараттық қамтамасыз ету процесінде ескеру қажет, егер іздеу объектісі алдын-ала нақты анықтала

алмаса және іздеудің бастапқыда анықталған мақсаты іздеу кезінде өзгеруі мүмкін болса, мысалы, табылған құжатпен танысу кезінде және мақсаттың өзгеру фактісі жүзеге асырылмауы мүмкін зерттеуші анық, бұл ақыр соңында толық емес іздеу нәтижесіне әкелуі мүмкін.

Сондықтан ақпаратты іздеу процесі, әдетте, жүйе арқылы белгілі бір нәтижеге жеткізетін және оның толықтығын бағалауға мүмкіндік беретін қадамдар тізбегі болып табылады. Сонымен қатар, пайдаланушының іс-әрекеті, іздеу процесін басқаруды ұйымдастырудың басталуы ретінде тек ақпараттық қажеттіліктермен ғана емес, сонымен қатар жүйемен қамтамасыз етілген түрлі стратегиялармен, технологиялармен және құралдармен түрткі болады. Іздеу стратегиясы мен технологиясы, құралдар мен әдістер, модельдер мен алгоритмдер сияқты ұғымдар өте кең таралған, бірақ әр түрлі авторлар бұл терминологияны әртүрлі контекстте қолданады және көбіне әртүрлі мазмұнмен қамтамасыз етеді. Міне бірнеше мысалдар. (Белоозеров и др., 2001) іздеу процесі тиісті құжаттар санын барынша көбейтетін, берілген құжаттардың санын барынша азайтатын немесе алынған ақпараттың бірегейлігін қамтамасыз ететін таңдау критерийін таңдауға дейін азаяды. (Браславский және т.б. 1997) іздеу стратегиясы диалогтық сессияның бас жоспары, ал көбіне іздеу процесінде одан әрі қозғалудың жолы ретінде анықталады. Библиографиялық, талдамалық және эмпирикалық стратегиялар енгізілген, олар ақпараттық қажеттіліктің ерекшелігіне және пайдаланушының біліміне және AIPS ресурстарына қойылатын талаптарға сәйкес ажыратылады (Васина және т.б. 1997).

Белгісіз іздеу жағдайында (қолданушы өзіне таныс емес тақырыптық аймақтағы ұғымдар мен қатынастар туралы ақпарат алғысы келеді), кластерлік әдістерді қолданған дұрыс. (Воробьев, 1996) ұсынылған іздеу тиімділігін бағалау әдісі имитациялық және нақты ақпараттық қажеттіліктерді араластыруға негізделген және нәтижелерді бағалау үшін тақырыптар тобын да, сарапшылар тобының жеке жоспарларын да пайдалануды көздейді. Бағалау тақырыптық және жағдайлық өзектілігімен ерекшеленеді. Сонымен қатар, бір тұтынушы үшін уақыт өте келе өзгеруі мүмкін ақпараттық қажеттіліктердің динамикалық сипаты ескеріледі.

Іздеудің 7 кезеңі келтірілген (Герасимов және т.б. 2021):

- 1) іздеу стратегиясын ұйымдастыру;
- 2) сұраудың бірінші нұсқасын енгізу;
- 3) интерактивті іздеуге бастапқы бейімделу;
- 4) іздеу стратегиясының соңғы нұсқасын әзірлеу;
- 5) таңдалған файлдарда стратегияның соңғы нұсқасын тексеру;
- 6) әр түрлі онлайн қызметтерінде іздеу үшін іздеу стратегиясын қолдану;
- 7) іздеуден кейінгі операциялар — құжаттарға тапсырыс беру, авторларға хабарласу, стратегия құру.

Әдетте пайдаланушы өзі іздеген ресурстың ақпараттық мазмұны туралы жан-жақты білімге ие болмағандықтан, ол сұрау өрнегінің сәйкестігін,

сондай-ақ алынған нәтиженің толықтығын қосымша ақпаратты табу арқылы немесе іздеу нәтижелерінің бір бөлігі болатындай етіп ұйымдастыра алады. басқа бөліктің сәйкестігін растау немесе жоққа шығару үшін қолданылады. Сонымен қатар, кәсіби қолданушыларға тақырыптық профильдің тұрақтылығы тән, ал егер олар «ақпаратқа бағдарланған» болса, онда олар сонымен қатар проблеманың ақпараттық кеңістігін ұйымдастыруға деген ұмтылыс пен қабілеттілікпен сипатталады. Бұл дегеніміз, пайдаланушы іс жүзінде жаңа, «тәуелсіз» проблемалық-бағдарланған, жеке жаңартылатын және толықтырылатын ақпараттық ресурс жасайды, ол құжаттар жинақтарынан басқа мета-ақпараттарды да қамтиды, мысалы, арнайы терминология сөздіктері, тақырыптық аймақтар классификаторлары, ресурстар сипаттамалары және т.б.

Ақпаратты адам-машиналық іздеуді берілген пәндік аймақ үшін жаңа білімді алуға қажетті белгісіз (ең болмағанда іздеу тақырыбы үшін) ақпаратты (фактілерді, идеяларды және т.б.) табу процесі ретінде қарастырыңыз. Бұл процесс адамзат мақсаттарының екі жақтылығымен сипатталады. Бір жағынан, бұл жаңа білімдерді құру, оның ішінде проблеманы құрылымдау және рәсімдеу, оны шешу әдістерін табу немесе дамыту кезеңдері. Екінші жағынан, бұл әр кезеңге қатысты хабарламаларды іздеу және табылғанның пайдалылығын бағалау.

Іздеу жағдайының бірдей маңызды ерекшелігі — құжаттар түрінде материалды түрде ұсынылған ақпараттарды іріктеудің жанама болуы, және потенциалды пайдалы құжаттар (мүмкін қажетті ақпаратты қамтитын) іздеу кескіндерінің (ақпараттық іздеу тілі арқылы көрсетілген ақпараттық қажеттіліктер мен құжаттың мазмұны) корреляциясы арқылы барлық қол жетімді жиынтықтан ажыратылады.

Ақпаратты ұсыну медиасы деңгейінде де осындай медитация байқалады: семантикалық өңдеу дегеніміз — хабарлар мазмұнының шындықпен корреляциясы, яғни. саналы қажеттілік — адамның санасында, ал формальды түрде қажеттілікке сәйкес келетін құжаттарды таңдау орын алады — қатаң екілік логикасы бар машиналық ортада. Сонымен қатар, бұрын айтылғандай, корреспонденцияны орнатудың мұндай схемасы ақпараттық қажеттіліктерді (белгісіздік пен белгісіздік сияқты) болжанған белгілі және мәні бойынша қажеттілікті гипотетикалық құжаттармен бейнелейтін түрге дейін төмендетуге негізделген (Голипына және т.б. 1996). Бұл әдіс салыстырылған іздеу үлгілерінің біртектілігін қамтамасыз етеді және басқалармен қатар, ақпарат іздеудің кең таралған түрлеріне қолданылады, мысалы, бұрыннан бар объектілер туралы библиографиялық немесе басылымдарды іздеу, тақырыпқа белгілі немесе басқа тәсілдермен. Сонымен қатар, бұл тәсіл өзара әрекеттесу процесін әр түрлі типтегі белгісіздіктерді дәйекті оқшаулауға бағытталған өзара әрекеттесетін кіші жүйелер — адам және автоматтандырылған ақпараттық-іздеу жүйесі күйлеріндегі (сатыларындағы) дәйекті өзгеріс ретінде қарастыруға мүмкіндік береді:

- 1) іздеу тақырыбындағы «белгілі / белгісіз» арақатынасының белгісіздігі;
- 2) іздеу тақырыбын құрылымдау үшін сипаттамалық белгілер жүйесінің белгісіздігі;
- 3) іздеу тақырыбын анықтаудағы семантикалық белгісіздік;
- 4) лексикалық белгісіздік ақпараттық іздеу тілінің тақырыптық бағыттағы жаратылыстану тіліне сәйкестігі дәрежесінің факторы ретінде;
- 5) іздеу кескіндерін салыстыру критерийлерінің белгісіздігі (нақты AIPS-те іске асырылған формальды жақындату шараларының сәйкестігі);
- 6) ПОЗ интерпретациясындағы белгісіздік (табылған құжаттардың мағынасын қалпына келтіретін пайдаланушының субъективтілігі мен толық еместігі).

Бұл параметрлеріс жүзінде өлшенбейтін мәндер бола тұра, соған қарамастан, тараптардың жағдайының өзгеру сипатын көрсетуге және процедураны құрылымдауға мүмкіндік береді, компоненттерді функционалдылыққа қарағанда құрылымдық принципке сәйкес емес. Сонымен қатар, белгісіздіктің алғашқы төрт түрі ақпараттық сипатта болады (ақпаратты ұсыну формаларын трансформациялау), бесіншісі AIPS-тің іздеу аппаратын сипаттайды, ал алтыншысы адамның танымдық ерекшеліктерін — ақпаратты қабылдаушы мен генераторды көрсетеді.

Жаңа білімді ашудың сұрақ-жауап логикасында сұрақ дегеніміз — жауап баламаларының тізімі және осы тізімге негізделген тікелей жауап құрудың ережесі (алгоритмдері) (Пашенко және т.б. 1997). Бұл тұрғыда интеллектуалды емес AIPS көмегімен ақпараттық іздеу тек бірінші компонент болып табылады: болжамды түрде тікелей жауабы бар хабарларды табу (немесе іздеу тақырыбы одан әрі біріктіре алатын оның компоненттері), және міндетті түрде балама емес, толықтығы мен айырмашылық талаптарын қанағаттандырмайды.

Жоғарыда айтылғандарды қорыта келе, іздеу жағдайының ерекшелігі (және шекарасында — парадокс) жаңа білім үшін пайдаланушы бұрыннан белгілі білімдер массивіне жүгінетіндігін ескере отырып (мүмкін, қарама-қайшы), біз іздеу сұрауын гипотетикалық құжат ретінде ұсынамыз (нақты немесе сипаттайтын) арналған немесе жасалған объект). Яғни, осы тұрғыдан іздеу тапсырмасын келесідей тұжырымдауға болады: сұралған гипотетикалық мәнді аналогы бар бұрыннан бар құжаттарды табыңыз.

Ақпаратты іздеу жүйелеріне тән мағынаны ұсынудың атрибутивті моделі (оның ішінде сұрақ) үшін объект сипаттамалық белгілер мен қатынастар жиынтығымен көрсетілген. Ішкі байланыстар объектінің құрылымын, ал сыртқы — басқа объектілермен қатынас құрылымын анықтайды.

Сонда тұжырымдамалық деңгейде қарастырылатын сұраныс дегеніміз, егер болжанған аналогы бар болса, белгілі сипаттамалық белгілер мен байланыстар арқылы белгісіз (нақты ақпараттық қажеттіліктің) құрылымдық және логикалық анықтамасы, немесе, әйтпесе, қосымша арқылы: немесе объектілерінің сипаттамалық белгілері мен қатынастары онымен қажетті объект байланысты.

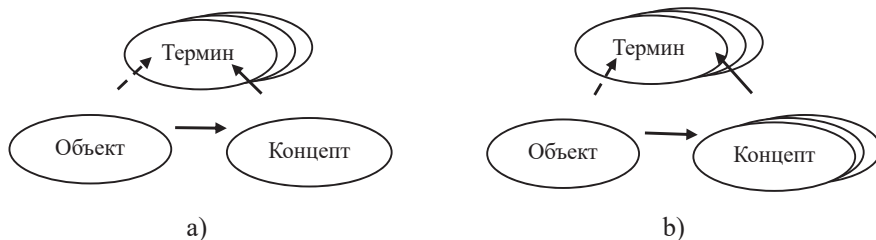
Сонымен, іздеу нысанын бейнелеудің құрылымдық толықтығы тұрғысынан 1-кестеде келтірілген іздеу типтерінің келесі типологиясын енгізуге болады.

Кесте 1 – Іздеу типтерінің типологиясы

Іздеу түрі	Іздеу объектісінің логикалық моделі	Іздеу механизмнің логикалық моделі	ПОЗ құрамы
Тақырыптық (атрибутивті) іздеу	Қойылған сұрақ ұғымының көлемі	Терминдермен немесе олардың комбинациясымен берілген ұғымдардың атауларынан логикалық өрнек бойынша іздеу (белгілі бір сипаттамалық белгінің мәндері)	Семантикалық берілген өрістерге қатысты құжаттар терминдері
Тақырыптық іздеу	Тұжырымдаманың көлемімен жанама түрде анықталған жаңа ұғымды немесе тұжырымдамалық қатынастарды анықтау	Бұрын жинақталған нәтижелерді қолдана отырып, сипаттамалық белгілердің жиынтығымен ішінара анықталған белгілі тұжырымдаманың бір бөлігін іздеу	Құжаттар терминдері және қосымша іздеу құрылымдарының терминдері – тақырыптық топтамалаушылар, тезаурустар және т.б. семантикалық өрістерге жатады.
Проблемалық іздеу	Кескінді оның бір бөлігі бойынша қайта құру арқылы жаңа ұғымды немесе байланысты құжаттық анықтау	«Ұқсас» құжаттарды іздеңіз, «кері байланыс» технологиясын қолданыңыз.	Пайдаланушы интеративті түрде қалыптастыратын ақпараттық кеңістікке кіретін құжаттар.

Семиотиканы белгілер жүйесі ретінде белгілейтін жүйеге (белгілерге) белгілеудің (белгілерді) изоморфты емес картасымен сипатталатын белгілік жүйе тұрғысынан қарастыратын типология келесі семиотикалық жағдайлармен байланысты.

Тақырыптық іздеу объектіні бейнелеудің толықтығы мен дәлдігі жағдайында белгілер жүйесінің түсініксіздігін болдырмайтын белгінің (белгінің құрылуы) қалыптасу (таңдау) жағдайына сәйкес келеді. 1-ші суретте тұрақты (жалғыз) ұғымы бар объектіні басқалардан тиімді ажырататын (ажырататын) мұндай белгілері көрсетілген.



1- сурет. Іздеу түрлерінің семиотикалық жағдайлары

Қорыта айтқанда, іздеу жүйелері мен технологияларының жай-күйі мен даму тенденцияларын талдау перспективалық бағыт дербес ақпараттық жүйелерді құру болып табылатындығын көрсетті. Функционалды түрде мұндай жүйелер іздеу мүмкіндіктерінен басқа, ақпараттық массивтерді қалыптастыру мен жүйелеу құралдарын, іздеу нәтижелерін бағалау мен талдауды, сондай-ақ лингвистикалық қолдау құралдарын қалыптастыру мен дамытуды қамтуы керек. Ақпараттық іздеу жүйелерін зерттеу және модельдер, әдістер мен іздеу құралдарын құру шеңберінде келесі нәтижелер алынды:

□ әр түрлі типтегі ақпараттық белгісіздіктермен сипатталатын іздеу тапсырмаларының әр түрлі түрлері үшін логикалық модельдер және тиісті лингвистикалық іздеу құралдары анықталған.

□ іздеу механизмінің түсінігі іздеу сұранысын шығаруға түрлендіргіш ретінде анықталады, мұнда іздеу сұранысы ретінде терминдер жиынтығы да, ақпараттық массивтің ішкі жолдарының жиынтығы да қолданыла алады.

ӘДЕБИЕТТЕР

Белоозеров В.Н., Косарская Ю.П. (2001). Тармақталған жүйемен сөздік әзірлеу тәжірибесі-менің тезаурустық байланыстары // НТИ. — Сер. 2, — 2001. — N 8. — 28–31 б.

Браславский П.И., Голдштейн С.Л., Ткаченко Т.Я. (1997). Тезаурус білім жүйелерін сипаттау құралы ретінде // НТИ. — Сер. 2, — 1997. — N 11. — 16–22 б.

Васина Е.Н., Голицына О.Л., Максимов Н.В., Попов И.И. (1997). Ақпараттық ресурстар және деректі мәліметтер базасы. Құру, пайдалану, талдау (Оқу құралы). — М.: Ольгу, —1997.

Воробьев Г.Г. (1996). Деректі ақпарат мәселесі / СБ. Кибернетика және деректі ғылым. Ғылыми ақпаратты жинақтау, сақтау және іздеу процесінің механизмдері. - М.: Ғылым. — 1996, — 5–34 б.

Герасимов М.Б., Пунтиков Н.П., Перегудова М.В., Маленков С.А., Цыганков М.А., Евграфов А.А., Виноградов А.Е. (2021). Мамандандырылған тезаурусты автоматты түрде құру әдістері // Стар Санкт-Петербург, 2021 / www.dialog-21.ru

Голицына О.Л., Максимов Н.В. (1996). Кумменталды мәліметтер базасында адам-машиналық ақпараттық іздеу // қоғамдық-ғылыми ақпараттың теориясы мен практикасы. — ВШ.12. — М.: ИНИОН РАН, — 1996.

Информатика бойынша ақпараттық-іздістіру тезаурусы / құрастырушылар: Пашченко Н.А., Ксенофонтова Е.Б., Скоробогая В.Ф., ғылыми редактор Черный А.И. — М. ВИНИТИ, — 1997.

REFERENCES

Beloozerov V.N., Kosarskaya Yu.P. (2001). The experience of developing a dictionary with an extensive system of thesaurus links // NTI. — Ser. 2. — 2001. — N 8. — Pp. 28–31.

Braslavsky P.I., Goldstein S.L., Tkachenko T.Ya. (1997). Thesaurus as a means of describing knowledge systems // NTI. — Ser. 2, — 1997. — N 11. — Pp. 16–22.

Vasina E.N., Golitsyna O.L., Maksimov N.V., Popov I.I. (1997). Information resources and documentary databases. Creation, use, analysis (textbook). - M.: RSUH, — 1997.

Vorobyov G.G. (1996). The problem of documentary information /sb. Cybernetics and documentaries. Mechanisms of the process of accumulation, storage and search for scientific information. - M.: Nauka. — 1996. — Pp. 5–34.

Gerasimov M.B., Puntikov N.P., Peregudova M.V., Malenkov S.A., Tsygankov M.A., Evgrafov A.A., Vinogradov A.E. (2021). Methods of automatic construction of a specialized thesaurus // STAR SPb, 2021 / www.dialog-21 .ru

Golitsyna O.L., Maksimov N.V. (1996). Human-machine information search in DO-documentary databases // Theory and practice of socio-scientific information. — Vsh.12. — M.: INION RAS, —1996.

Information retrieval thesaurus in computer science / Compiled by: Pashchenko N.A., Ksenofontova E.B., Skorobogataya V.F., scientific editor Cherny A.I. — M.VINITI, — 1997.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 161–170

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.226>

UDC 004.93

M. Yesmagambetova¹, T. Ospanova², L. Bobrov³, T. Ten, T. Yesmagambetov^{1*}

¹Karaganda University Of Kazpotrebsoyuz Kazakhstan, Karaganda,

²L.N. Gumilyov Eurasian National University Kazakhstan, Astana,

³Novosibirsk State University Of Economics and management RF, Novosibirsk.

E-mail: marzhan1983@mail.ru;

SELECTION OF COLORIMETRY SOFTWARE TOOLS IN IMAGE PROCESSING OF SPACE MONITORING OF EMERGENCY SITUATIONS

Yesmagambetova Marzhan Muratovna – Master of Engineering and Technology, Senior Lecturer of the Department of Digital Engineering and IT Analytics of the Karaganda University of Kazpotrebsoyuz, Akademicheskaya str. 9, 100009, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: marzhan1983@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9273-7402>;

Ospanova Tleugaisha Topanbaevna – Candidate of Technical Sciences, Acting Associate Professor of the Department of "Information Systems" of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str. 2, 10000, Astana, Kazakhstan

E-mail: Tleu2009@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1729-1321>;

Bobrov Leonid Kuprianovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of "Applied Informatics" of the Novosibirsk State University of Economics and Management "NINH", 56 Kamenskaya str., 630099, Novosibirsk, Russian Federation

E-mail: l.k.bobrov@edu.nsuem.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3525-8098>;

Ten Tatyana Leonidovna – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of " Digital Engineering and IT Analytics of the Karaganda University of Kazpotrebsoyuz, Akademicheskaya str. 9, 100009, Karaganda, Kazakhstan

E-mail: tentl@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9677-0266>;

Yesmagambetov Timur Ulykmanovich – Master of Engineering and Technology, Senior Lecturer of the Department of Digital Engineering and IT Analytics of the Karaganda University of Kazpotrebsoyuz, Akademicheskaya str. 9, 100009, Karaganda, Kazakhstan;

E-mail: Timur198300@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-3268-867X>.

Abstract. This article discusses the possibility of using the achievements of colorimetry (CM), which are widely and successfully used in many scientific and technical tasks: medicine, geology, metallurgy, chemistry, agriculture, etc. (Ivanov V. M, 2001). The methods of colorimetry mostly operate with the color components of the object, including the analysis of individual pixels of the image. The object of study and processing in this study is a color raster map obtained from spacecraft. For the most part, these maps "on the ground" are examined visually and then decisions

are made. To automate this process, this paper proposes to use the achievements of colorimetry and software tools created for this purpose in various industries and presented on the market in a wide price range and functionality. Of particular interest are approaches combining accessibility, extremely low cost of analysis using household digital optical devices that are not certified as measuring instruments (smartphone cameras, office scanners, etc.). The variety of available software tools for raster image processing creates difficulties when choosing a suitable product that combines the optimal ratio of cost, functionality and availability without a license. The article provides an analysis of existing software products.

Keywords: colorimetry, raster graphics, software, additive weighted average

**М.М. Есмагамбетова¹, Т.Т. Оспанова², Л.К. Бобров³, Т.Л. Тен^{1*},
Т.У. Есмагамбетов^{1*}**

¹ Қазтұтынуодағы Қарағанды университеті, Қазақстан, Қарағанды,

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

³ Новосибирск мемлекеттік экономика және басқару университеті "НИНХ"
РФ, Новосибирск.

E-mail: Marzhan1983@mail.ru

ҒАРЫШТЫҚ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫ БАҚЫЛАУ КЕСКІНДЕРІН ӨНДЕУДЕ ТҮСТЕРДІ ӨЛШЕУ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚҰРАЛЫН ТАҢДАУ

Есмагамбетова Маржан Муратовна – техника және технологиялар магистрі, Қазтұтынуодағы Қарағанды университетінің "Цифрлық инженерия және ІТ – аналитика" кафедрасының аға оқытушысы, Академическая к-сі, 9, 100009, Қарағанды қ., Қазақстан

E-mail: Marzhan1983@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9273-7402>;

Оспанова Тлеугайша Топанбаевна – т.ғ.к., Еуразия ұлттық университетінің "Ақпараттық жүйелер" кафедрасының доцентінің м. а. Л. Н. Гумилев, Сәтбаев көшесі 2, 10000, Астана, Қазақстан

E-mail: Tleu2009@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1729-1321>;

Бобров Леонид Куприянович – техника ғылымдарының докторы, Новосибирск мемлекеттік экономика және басқару университетінің "Қолданбалы информатика" кафедрасының профессоры, "НИНХ", Каменская к-сі, 56, 630099, Новосибирск қ., Ресей Федерациясы

E-mail: l.k.bobrov@edu.nsuem.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3525-8098>;

Тен Татьяна Леонидовна – техника ғылымдарының докторы, Қазтұтынуодағы Қарағанды университетінің "Цифрлық инженерия және ІТ – аналитика" кафедрасының профессоры, Академическая к-сі, 9, 100009, Қарағанды қ., Қазақстан

E-mail: tentl@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9677-0266>;

Есмагамбетов Тимур Улыкманович – техника және технологиялар магистрі, Қазтұтынуодағы Қарағанды университетінің "Цифрлық инженерия және ІТ – аналитика" кафедрасының аға оқытушысы, Академическая к-сі, 9, 100009, Қарағанды қ., Қазақстан

E-mail: Timur198300@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-3268-867X>.

Аннотация. Бұл мақалада көптеген ғылыми-техникалық міндеттерде: медицина, геология, металлургия, химия, ауыл шаруашылығы және т.б.

кеңінен және сәтті қолданылатын түс метрикасының (cm) жетістіктерін пайдалану мүмкіндігі қарастырылады. (Иванов, 2001). Түстерді өлшеу әдістері көбінесе объектінің түс компоненттерімен, соның ішінде кескіннің жеке пикселдерін талдаумен жұмыс істейді. Бұл зерттеудегі зерттеу және өңдеу объектісі ғарыш аппараттарынан алынған түрлі-түсті растрлық карта болып табылады. Көбінесе бұл "жердегі" карталар визуалды түрде зерттеледі, содан кейін шешімдер қабылданады. Бұл процесті автоматтандыру үшін осы жұмыста түрлі салаларда осы мақсатта жасалған және нарықта кең баға диапазоны мен функционалдылықта ұсынылған түс өлшемдері мен бағдарламалық құралдардың жетістіктерін пайдалану ұсынылады. Өлшеу құралдары ретінде сертификатталмаған тұрмыстық цифрлық оптикалық құрылғыларды (смартфон камерасы, кеңсе сканері және т.б.) пайдалана отырып, қол жетімділікті, талдаудың өте төмен құнын біріктіретін тәсілдер ерекше қызығушылық тудырады. Растрлық кескінді өңдеуге арналған бағдарламалық жасақтаманың алуан түрлілігі лицензиясыз шығындардың, функционалдылықтың және қол жетімділіктің оңтайлы арақатынасын біріктіретін дұрыс өнімді таңдауда қиындықтар туғызады. Мақалада қолданыстағы бағдарламалық өнімдерге талдау жасалады.

Түйінді сөздер: түстік өлшем, растрлық графика, бағдарламалық қамтамасыз ету, қосымша орташа өлшенген балл

М.М. Есмагамбетова¹, Т.Т. Оспанова², Л.К. Бобров³, Т.Л. Тен^{1*}, Т.У. Есмагамбетов^{1*}

¹Карагандинский университет Казпотребсоюза, Караганда, Казахстан

²Евразийский Национальный Университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

³Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ»
Новосибирск, РФ

E-mail: Marzhan1983@mail.ru

ВЫБОР ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ЦВЕТОМЕТРИИ В ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Есмагамбетова Маржан Муратовна – магистр техники и технологий, старший преподаватель кафедры «Цифровой инженерии и ИТ – аналитики» Карагандинского университета Казпотребсоюза, ул. Академическая 9, 100009, Караганда, Казахстан

E-mail: Marzhan1983@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9273-7402>

Оспанова Тлеугайша Топанбаевна – к.т.н., и.о. доцента кафедры «Информационные системы» Евразийского Национального университета им. Л.Н. Гумилева, ул. Сатпаева 2, 10000, Астана, Казахстан

E-mail: Tleu2009@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1729-1321>

Бобров Леонид Куприянович – доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладной информатики» Новосибирского государственного университета экономики и управления «НИНХ», ул. Каменская, д. 56, 630099, Новосибирск, Российская Федерация

E-mail: l.k.bobrov@edu.nsuem.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3525-8098>

Тен Татьяна Леонидовна – доктор технических наук, профессор кафедры «Цифровой

инженерии и IT – аналитики» Карагандинского университета Казпотребсоюза, ул. Академическая 9, 100009, Караганда, Казахстан

E-mail: tentl@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9677-0266>

Есмагамбетов Тимур Улыкманович – магистр техники и технологий, старший преподаватель кафедры «Цифровой инженерии и IT – аналитики» Карагандинского университета Казпотребсоюза, ул. Академическая 9, 100009, Караганда, Казахстан

E-mail: Timur198300@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-3268-867X>

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования достижений цветометрии (ЦМ), которые широко и успешно используются во многих научно-технических задачах: медицине, геологии, металлургии, химии, сельском хозяйстве и др. Методы цветометрии в большинстве своем оперируют с цветовыми компонентами объекта, включая анализ отдельных пикселей изображения. Объектом изучения и обработки в данном исследовании является цветная растровая карта, получаемая с космических аппаратов. В большей части эти карты «на земле» исследуются визуально и затем принимаются решения. Для автоматизации этого процесса в данной работе предлагается использовать достижения цветометрии и программные средства, созданные для этой цели в различных отраслях и представленных на рынке в широком ценовом диапазоне и функциональных возможностей. Особый интерес представляют подходы, сочетающие доступность, предельно низкую стоимость анализа с использованием бытовых цифровых оптических устройств, не сертифицированных в качестве средств измерения (фотокамеры смартфона, офисного сканера и т.п.). Разнообразие имеющихся программных инструментов для растровой обработки изображений создает сложности при выборе подходящего продукта, который сочетает в себе оптимальное соотношение стоимости, функциональности и доступности без лицензии. В статье приведен анализ существующих программных продуктов.

Ключевые слова: цветометрия, растровая графика, программное обеспечение, аддитивная средневзвешенная оценка

Введение

Наука о способах измерения цвета и его количественном выражении. Метод цветометрии, заключающийся в расчете цветовых характеристик анализируемого объекта на основе имеющихся спектральных параметров, позволяет как различить спектрально близкие вещества, так и получить дополнительные сведения о них.

Само устройство обработки изображений делится на две основные части, собственно, самого аппарата и систему ввода изображения, это может быть как фото, так и видео искатель. Часто в дополнение к этим устройством в комплекте прилагается еще и тринокулярная насадка, которая нужна для осуществления возможности производить съемку объекта, за которым происходит наблюдение, без дополнительных трансформаций. В данной аппаратуре главным критерием является качество используемой оптики (Wu,

2000). Следует обратить особое внимание на встроенную в аппарат оптику, от качества которой будет зависеть качество получаемого изображения а, следовательно, и качество проделанной работы и результата. Однако, получить высококачественное изображение можно получить только при наличии высокопрофессионального оборудования. В цифровой системе недопустимо использование оптики с низким качеством разрешения и не высококачественных оптических линз. Но не только из этого складывается качественное распознавание объекта наблюдения (Benic, 2015).

Материалы и методы исследования

Важную, а иногда и ключевую роль в цветометрии играет программное обеспечение. Как показал предметный анализ, в настоящее время для обработки графической информации используется большое количество специальных профессиональных программ растровой и векторной графики (Апяри, 2011).

Растровая графика представляет компьютерное изображение из двумерного вектора пикселей, или разноцветных одномерных точек. Работа с растровой графикой не представляется возможной без использования специальных программ. Растровая графика позволяет создавать изображения любой сложности, что отличает ее от векторной графики. В растровой графике распространены форматы: .tif, .gif, .jpg, .png, .bmp, .psx и др.

Растровое изображение — это набор пикселей, представленных в виде сетки пикселей разных цветов из которых и формируется картинка. Можно дать и такое определение. Растровое разрешение оценивается размером и размерностью массива пикселей количеством в столбце и строке. Второй критерий — это глубина цвета, которая определяется количеством цветов в изображении. Если 4 бита, то 16 цветов, при 8 битах будет 256 цветов, а при 24 битах будет 16 млн. цветов и т.д.

В геологии часто используется программная среда Altami Studio (Altami Studio). В данном программном продукте исходное изображение может трансформироваться и исследоваться в пиксельном масштабе в очень широком наборе функций.

Определенный интерес представляет автоматизированный анализатор оптико-минералогических исследований горных пород, руды и рудных концентратов «Минерал С7» (Altami Studio). Анализатор фрагментов микроструктуры твердых тел Минерал С7 предназначен для автоматизированного оптико-минералогического анализа сложной цветоструктуры. Программа обладает: возможностью автоматической сегментации изображения по цветовым параметрам (оттенок, насыщенность, яркость) и адаптивным методам, использующим среднюю яркость; автоматическим подсчетом количества пиксельных объектов интереса; подсчетом статистики по более, чем 40 автоматически рассчитываемых параметров объектов и т. д.

Среди растровых инструментов анализа изображений также большой

популярностью пользуются такие как: Photoshop, онлайн редактор фото и изображений Pixlr Editor (аналог Фотошопа), Instant Eyedropper, Quick HTML Color Picker, Just Color Picker, Color Cop, ColorMania.

Pixel Editor - малоразмерный и производительный инструмент. Программа поддерживает основные форматы - BMP, GIF, JPG, PNG, PSD, TIFF, JPEG-2000 и т. д. Программа предлагается в открытом доступе. Возможна попиксельная обработка в растре изображения.

Instant Eyedropper – простой бесплатный инструмент, работающий с цветовыми кодами HTML любого пикселя. Использованием экранной лупы можно увеличить любой пиксель на экране.

Eye Dropper 3.01 работает в форматах RGB, CMYK и HEX цвета. Существует возможность измерять расстояние между пикселями. Данный инструмент используется для мониторов с высоким разрешением.

Quick HTML Color Picker является бесплатным инструментом. Цвет реализован в форматах RGB и HTML.

Существуют и используются на практике простые редакторы такие как: ColorPix, Just Color Picker, Color Cop, ColorMania и ряд других растровых программных приложений.

Многообразие существующих программных графических средств растровой обработки изображений порождает проблему выбора из всей рыночной номенклатуры продукта, оптимально сочетающего стоимость, функциональность и безлицензионную доступность. Эту задача была решена путем проведения онлайн экспертизы в среде интернета. В качестве экспертов были выбраны пять авторов профессиональных публикаций по данной предметной области, давших согласие на экспертную работу.

Каждый из экспертов заполнил две электронные анкеты. В одной анкете предлагалось оценить следующие программные продукты по десятибалльной системе:

Y1.Quick HTML Color Picker.

Y2.Eye Dropper 3.01.

Y3.Instant Eyedropper.

Y4.Pixel Editor.

Y5.Минерал С7.

Y6.Altami Studio

Анализ различных источников показывает, что наибольшее распространение получили следующие:

-средневзвешенная арифметическая $L1 = \sum_{i=1}^n x_i k_i$; (1)

-средневзвешенная геометрическая $L2 = \prod_{i=1}^n (x_i)^{k_i}$; (2)

-средневзвешенная гармоническая $L3 = \frac{\sum_{i=1}^n k_i}{\sum_{i=1}^n \frac{k_i}{x_i}}$; (3)

$$\text{-средневзвешенная квадратическая } L4 = \sum_{i=1}^n k_i x_i^2; \quad (4)$$

$$L5 = 1 - \sqrt{\sum_{i=1}^n k_i (1 - x_i)^2}. \quad (5)$$

Наиболее часто, при всех известных недостатках, используется аддитивная средневзвешенная оценка (1) (Байдичева, 2009).

Результаты исследований и их обсуждение

В данной работе используется агрегированный подход определения оценок, путем первоначального расчета оценок по формулам (1)-(5), а затем осуществляется взвешенная свертка дифференцированных расчетных показателей (Раджабов Р.К 2017).

Результаты агрегированного оценивания в десятибалльной форме приведены в таблице 1.

№ экс.	Варианты						Сумма баллов
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	
Э1	10	9	7	8	4	2	40
Э2	8	9	9	7	2	6	41
Э3	9	7	6	3	6	1	32
Э4	10	6	6	4	5	5	36
Э5	9	8	7	2	3	2	31

Таблица 1. Матрица значимости вариантов в агрегированной десятибалльной системе

Результаты перевода балльной системы в ранговую приводятся в таблице 2.

Для проверки степени согласованности мнений экспертов был использован коэффициент ранговой корреляции Спирмена (Тюрин Ю. Н., Макаров А. А. 1998)

$$\rho = 1 - \frac{S_{\text{выб}}}{S_{\text{макс}}} = 1 - \frac{6 \sum_{j=1}^n (Y_{1j} - Y_{2j})^2}{(n^3 - n)},$$

где n – количество исследуемых объектов;

$S_{\text{выб}}$ – неопределенность.

$S_{\text{макс}}$ – максимальное квадратическое отклонение.

Y_{1j}, Y_{2j} – ранги первого и второго оцениваемых вариантов.

№ экс.	Варианты						Сумма рангов
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	
Э1	1	2	4	3	5	6	21
Э2	3	1	2	4	6	5	21
Э3	1	2	3	5	4	6	21
Э4	1	2	3	6	4	5	21
Э5	1	2	3	5	4	6	21

Таблица 2. Перевод оценок из десятибалльной системы в ранговую

Сравнивают согласованность показаний попарно во всех комбинациях экспертов из таблицы 2. Полученные значения коэффициентов ранговой корреляции заносятся в таблицу 3.

Эксперты	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5
Э1	1	0,66	0,83	0,66	0,83
Э2	0,66	1	0,66	0,6	0,66
Э3	0,83	0,66	1	0,943	1
Э4	0,66	0,6	0,943	1	0,943
Э5	0,83	0,66	1	0,943	1

Таблица 3. Таблица ранговых корреляций Спирмена

Следующим этапом осуществляется оценка компетенции экспертов методом взаимооценивания. Этот этап является самым сложным в экспертной методологии. Метод взаимооценки является наиболее распространенным. В данном случае был использован метод онлайн экспертирования по интернету с привлечением специалистов известных из интернет материалов и давших согласие на участие в экспертизе. Результаты взаимооценивания приведены в таблице 4.

Эксперты	Эксперты				
	Э1	Э2	Э3	Э4	Э5
Э1	10	4	2	4	6
Э2	7	10	5	6	4
Э3	2	4	10	5	3
Э4	5	5	2	10	1
Э5	3	8	4	1	10
Коэф. компетенции	5,4	6,2	4,6	5,2	4,8

Таблица 4. Взаимная групповая оценка компетентности пяти экспертов

По данным таблицы 4 видно, что наиболее компетентным является второй эксперт, далее - первый, четвертый, пятый, третий.

Следующим этапом вычисляется общее мнение и ранговый «вес» объектов в двух формах: без учёта компетентности экспертов, и с учетом компетентности экспертов (таб. 5).

№ Эксп.	Коэф. Компетен.	Варианты					
		Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
Э1	5,4	0,250	0,225	0,175	0,200	0,100	0,050
Э2	6,2	0,195	0,219	0,219	0,195	0,049	0,146
Э3	4,6	0,281	0,219	0,187	0,094	0,188	0,031
Э4	5,2	0,278	0,167	0,167	0,111	0,139	0,139
Э5	4,8	0,290	0,258	0,226	0,065	0,097	0,065
Aj		0,259	0,218	0,195	0,133	0,114	0,086
Ajp		1	2	3	4	5	6
Bj		0,138	0,217	0,195	0,255	0,110	0,090
Bjp		4	2	3	1	5	6

Таблица 5. Относительные оценки бальной и ранговой значимости оцениваемых объектов

Показателем весомости с учетом компетентности эксперта является строка Bjp. Таким образом, была выявлено, что по критериям функциональности,

стоимости и лицензионности, наиболее приемлемым является использование графического инструмента Pixel Editor.

Заключение

Цветометрия, изучает методы измерения и количественные выражения цвета, который, рассматривают как характеристику спектрального состава света (в т. ч. отраженного и пропускаемого несамосветящимися телами) с учетом зрительного восприятия.

Одно из основных мест при работе с цвет метрией занимает программное обеспечение. Проведенный предметный анализ показывает, что в настоящее время для обработки графической информации используется большое количество специальных профессиональных программ растровой и векторной графики.

Растровая графика представляет компьютерное изображение из двумерного вектора пикселей, или разноцветных одномерных точек. Работа с растровой графикой не представляется возможной без использования специальных программ. Растровая графика позволяет создавать изображения любой сложности, что отличает ее от векторной графики. В растровой графике распространены форматы: .tif, .gif, .jpg, .png, .bmp, .psx и др.

Растровое изображение — это набор пикселей, представленных в виде сетки пикселей разных цветов из которых и формируется картинка. Можно дать и такое определение. Растровое разрешение оценивается размером и размерностью массива пикселей количеством в столбце и строке. Второй критерий — это глубина цвета, которая определяется количеством цветов в изображении. Если 4 бита, то 16 цветов, при 8 битах будет 256 цветов, а при 24 битах будет 16 млн. цветов и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

Апери В. В., Дмитриенко С. Г., Золотов Ю. А. (2011). Аналитические возможности цифровых цветометрических технологий. Определение нитрит-ионов с использованием пенополиуретана // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия. 2011. Т. 52. № 1. С. 36.

Байдичева О. В. (2009). Определение биологически активных веществ и контроль качества продукции методами, основанными на цифровом видеосигнале. Дис. ... канд. хим. наук. Воронеж: ВГУ, 2009. 163 с.

Байдичева О. В., Рудакова Л. В., Рудаков О. Б. (2008). Применение цифровых технологий в цветных тестах биологически активных веществ // Бутле-ровские сообщения. 2008. Т. 13. № 2. С. 50.

Иванов В. М., Кузнецова О. В. (2001). Химическая цветометрия: возможности метода, области применения и перспективы // Усп. Химии. 2001. Т. 70. № 5. С. 411.

Крамер Г. (1975). Математические методы статистики / пер. с англ. / 2-е изд. – М.: Мир, 1975. – 648 с.

Программное обеспечение Altami Studio | altami.ru/altami.ru/soft/altami_studio.

Раджабов Р.К. (2017). Моделирование микроэкономики: -Душанбе: «Ирфон», 2017. ISBN 978-99975-0-740-2. с, 16-31.

Тюрин Ю.Н., Макаров А.А. (1998). Статистический анализ данных на компьютере. – М.: ИНФРА-М, 1998. – 514 с.

Цифровая цветометрия. Использование цифрового изображения образца в химическом анализе// Усп. Химии. 2001. Т. 70. № 5. С. 411.

Benic G. I., Elmasry M., Hammerle C. H. F. (2015). Novel digital imaging techniques to assess the outcome in oral rehabilitation with dental implants: a narrative review // *Clin.Oral Implants*. 2015. V. 26. P. 86.

Wu W., Allebach J. P., Analoui M. Imaging colorimetry using a digital camera // *Journ. Imag. Sci. Techn.* 2000. T. 44. N. 4. C. 267.

REFERENCES

Apyari V. V., Dmitrienko S. G., Zolotov Yu. A. (2011). Analiticheskie vozmozhnosti cifrovyy`x czvetometricheskix texnologij. Opredelenie nitrit-ionov s ispol`zovaniem penopoliuretana // *Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 2. Ximiya*. 2011. T. 52. № 1. S. 36.

Bajdicheva O. V. (2009). Opredelenie biologicheskii aktivny`x veshhestv i kontrol` kachestva produkcii metodami, osnovanny`mi na cifrovom videosignale. Dis. ... kand. xim. nauk. Voronezh: VGU, 2009. 163 s.

Bajdicheva O. V., Rudakova L. V., Rudakov O. B. (2008). Primenenie cifrovyy`x texnologij v czvetny`x testax biologicheskii aktivny`x veshhestv // *Butle-rovskie soobshheniya*. 2008. T. 13. № 2. S. 50.

Benic G. I., Elmasry M., Hammerle C. H. F. Novel digital imaging techniques to assess the outcome in oral rehabilitation with dental implants: a narrative review // *Clin.Oral Implants*. 2015. V. 26. P. 86.

Cifrovaya czvetometriya. Ispol`zovanie cifrovogo izobrazheniya obrazcza v ximicheskome analize // *Usp. Ximii*. 2001. T. 70. № 5. S. 411.

Ivanov V. M., Kuznecova O. V. (2001). Ximicheskaya czvetometriya: vozmozhnosti metoda, oblasti primeneniya i perspektivy` // *Usp. Ximii*. 2001. T. 70. № 5. S. 411.

Kramer G. (1975). *Matematicheskie metody` statistiki / per. s angl. / 2-e izd.* – M.: Mir, 1975. – 648 s.

Programmnoe obespechenie Altami Studio | altami.ru/altami.ru/soft/altami_studio.

Radzhabov R.K. (2017). *Modelirovanie mikroekonomiki: -Dushanbe: «Irfon», 2017. ISBN 978-99975-0-740-2.* s. 16-31.

Tyurin Yu.N., Makarov A.A. (1998). *Statisticheskij analiz danny`x na komp`yutere.* – M.: INFRA-M, 1998. – 514 s.

Wu W., Allebach J. P., Analoui M. (2000). Imaging colorimetry using a digital camera // *Journ. Imag. Sci. Techn.* 2000. T. 44. N. 4. S. 267.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 171–183

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.227>

UDC 004-93

© **T. Zhukabayeva**^{1,2,3}, **A. Adamova**^{1,3*}, **B. Khu Ven-Tsen**¹, **Y. Mardenov**¹,
L. Zholshiyeva¹, 2023

¹International Science Complex «ASTANA», Astana, Kazakhstan;

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

³Astana IT University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: aigul.adamova@astanait.edu.kz

DETECTION OF SYBIL AND WORMHOLE ATTACKS IN A WIRELESS SENSOR NETWORK

Zhukabayeva Tamara Kokenovna — PhD, assoc. professor. International Science Complex «ASTANA», Eurasian National University named after L.N. Gumilyov. Astana, Kazakhstan

E-mail: tamara_kokenovna@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6345-5211;

Adamova Aigul Dyusenbinovna — PhD. International Science Complex «ASTANA», Astana IT University, Astana, Kazakhstan

E-mail: aigul.adamova@astanait.edu.kz. ORCID: 0000-0001-7773-9522;

Khu Ven-Tsen — Professor. International Science Complex «ASTANA», Astana, Kazakhstan

E-mail: qbcba@bk.ru. ORCID: 0009-0001-0824-8858;

Mardenov Yerik Maratuly — International Science Complex «ASTANA», Astana, Kazakhstan

E-mail: emardenov@gmail.com. ORCID: 0000-0001-9284-9797;

Zholshiyeva Lazzat Zulpuharkyzy — International Science Complex «ASTANA», Astana, Kazakhstan

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2526-8471.

Abstract. One of the promising areas of scientific and technological progress in the development of modern IT is the creation of cyber-physical systems for various purposes based on wireless sensor networks. In this regard, the importance of increasing the efficiency of the operational functioning of these networks, in particular, the security and confidentiality of the information exchange implemented in them, increases. An essential component of this task is countering possible attacks to obtain unauthorized access or disrupt the network maliciously. Sybil attacks and Wormhole attacks are perilous attacks on the sensor and peer-to-peer networks. The study aims to develop tools for detecting Sybil and Wormhole attacks in a wireless sensor network. The paper presents a methodology for searching scientific literature on research problems and provides a taxonomy of network attacks and system functions that identify attacks. The results of an experimental study are presented on the detection and identification of Sybil and Wormhole attack.

Keywords: Internet of Things; attacks; wormhole; sybil; attacks; wireless sensor network

Financing: This research has been/was/is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. № AP19680345).

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

© Т.К. Жукабаева^{1,2,3}, А. Адамова^{1,3*}, Б.А. Ху Вен-Цен¹, Е.М. Марденов¹,
Л.З. Жолшиева¹, 2023

¹«АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Астана, Қазақстан;

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

³Astana IT университеті, Астана, Қазақстан.

E-mail: aigul.adamova@astanait.edu.kz

СЫМСЫЗ СЕНСОР ЖЕЛІСІНДЕГІ SYBIL ЖӘНЕ WORMHOLE ШАБУЫЛДАРЫН АНЫҚТАУ

Жукабаева Тамара Кокеновна — PhD, қауымдастырылған профессор. «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Л.Н. Гумилев атындағы Евразия ұлттық университеті. Астана, Қазақстан

E-mail: tamara_kokenovna@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6345-5211;

Адамова Айгуль Дюсенбиновна — PhD. «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Astana IT университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: aigul.adamova@astanait.edu.kz. ORCID: 0000-0001-7773-9522;

Ху Вен-Цен Борис Александрович — Профессор. «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Астана, Қазақстан

E-mail: qbcbba@bk.ru. ORCID: 0009-0001-0824-8858.;

Марденов Ерік Маратұлы — «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Астана, Қазақстан

E-mail: emardenov@gmail.com. ORCID: 0000-0001-9284-9797;

Жолшиева Лаззат Зулпухарқызы — «АСТАНА» халықаралық ғылыми кешені, Астана, Қазақстан

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2526-8471.

Аннотация. Заманауи ақпараттық технологияларды дамытудағы ғылыми-техникалық прогрестің перспективалық бағыттарының бірі сымсыз сенсорлық желілер негізінде әртүрлі мақсаттағы киберфизикалық жүйелерді құру болып табылады. Осыған байланысты аталған желілердің жедел жұмыс істеу тиімділігін арттырудың, атап айтқанда, оларда жүзеге асырылатын ақпарат алмасудың қауіпсіздігі мен құпиялылығын арттырудың маңыздылығы артып отыр. Бұл жұмыстың маңызды құрамдас бөлігі рұқсат етілмеген қатынасты алу немесе желіні қасақана бұзу үшін ықтимал шабуылдарға қарсы тұру болып табылады. Sybil шабуылы және Wormhole шабуылы сенсорлық және тең дәрежелі желілерге қауіпті шабуылдар болып табылады. Зерттеудің мақсаты сымсыз сенсорлық желідегі Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтау құралдарын әзірлеу болып табылады. Мақалада зерттеу мәселелері бойынша ғылыми әдебиеттерді іздеу әдістемесі берілген, сонымен қатар

желілік шабуылдардың таксономиясы мен шабуылдарды анықтайтын жүйелік функциялар берілген. Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтау бойынша эксперименталды зерттеудің нәтижелері ұсынылған.

Түйін сөздер: Интернет заттары; шабуылдар; sybil; wormhole; шабуылдар; сымсыз сенсорлық желі

Қаржыландыру: Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі, Ғылым комитетімен қаржыландырылған (Грант № AP19680345).

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

© Т.К. Жукабаева^{1,2,3}, А. Адамова^{1,3,*}, В.А. Ху Вен-Цен¹, Е.М. Марденов¹,
Л.З. Жолшиева¹, 2023

¹ Международный научный комплекс «АСТАНА», Астана, Казахстан;

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

³ Астана IT Университет, Астана, Казахстан.

E-mail: aigul.adamova@astanait.edu.kz

ОБНАРУЖЕНИЕ SYBIL И WORMHOLE АТАК В БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ

Жукабаева Тамара Кокеновна — PhD, ассоциированный профессор. Международный научный комплекс «АСТАНА», Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева. Астана, Казахстан

E-mail: tamara_kokenovna@mail.ru. ORCID: 0000-0001-6345-5211;

Адамова Айгуль Дюсенбиновна — PhD, Международный научный комплекс «АСТАНА» Астана, Астана IT Университет, Астана, Казахстан

E-mail: aigul.adamova@astanait.edu.kz. ORCID: 0000-0001-7773-9522;

Ху Вен-Цен Борис Александрович — профессор. Международный научный комплекс «АСТАНА», Астана, Казахстан

E-mail: qbcbba@bk.ru. ORCID: 0009-0001-0824-8858;

Марденов Ерік Маратұлы — Международный научный комплекс «АСТАНА», Астана, Казахстан

E-mail: emardenov@gmail.com. ORCID: 0000-0001-9284-9797;

Жолшиева Лаззат Зулпухарқызы — Международный научный комплекс «АСТАНА», Астана, Казахстан

E-mail: lazzat.zhol.81@gmail.com. ORCID: 0000-0002-2526-8471.

Аннотация. Одним из перспективных направлений научно-технического прогресса в области развития современных IT технологий является создание киберфизических систем различного назначения на основе беспроводных сенсорных сетей. В этой связи возрастает значение повышения эффективности рабочего функционирования указанных сетей, в частности, безопасности и конфиденциальности реализуемого в них информационного взаимодействия. Важную составляющую данной задачи образует противодействие возможным

атакам с целью злонамеренного получения несанкционированного доступа или нарушения работоспособности сети. Sybilattack и Wormhole — особенно опасные атаки на сенсорные и одноранговые сети. Целью исследования является разработка инструментария для обнаружения Sybil и Wormhole атак в беспроводной сенсорной сети. В работе представлена методология поиска научной литературы по проблематике исследования, приведены таксономия сетевых атак и функции системы, идентифицирующие атаки. Авторы продемонстрировали результаты экспериментального исследования по обнаружению и идентификации Sybil и Wormhole атак.

Ключевые слова: интернет вещей, червоточина, сивилла, атаки, беспроводная сенсорная сеть

Финансирование: Данное исследование финансировалось Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант № AP19680345).

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Қазіргі уақытта сымсыз сенсорлық желілер (WSN) негізіндегі әртүрлі қызметтердің барлық жерде кең таралуына байланысты, олардың жұмыс істеу тиімділігін арттыру, оның ішінде қауіпсіздік пен рұқсат етілмеген қол жеткізуден қорғау мәселелері маңызды болып отыр.

WSN — радиоарна арқылы өзара байланыстырылған көптеген сенсорлар мен қосымша құрылғылардан тұратын өздігінен ұйымдастырылған таралатын байланыс желісі. Олар үлкен аумақтарды қамти алады және әртүрлі өндірістік, әскери және тұрмыстық сипаттағы мәселелердің шешімдерін ұсына алады, және де бұл қазіргі заманғы IT-жүйелерін әзірлеу және енгізу бойынша мамандардың оларға деген қызығушылығын арттырады. Дегенмен, бұл салада жылдам ілгерілеуге кедергі болатын белгілі бір шектеуші факторлар бар. Осы факторлардың ішінде ең маңыздысы WSN-нің әртүрлі желілік шабуылдарға, атап айтқанда Sybil және Wormhole шабуылдарына осалдығы болып табылады.

Sybil — шабуылдаушы жалған нысандардың үлкен санын жасау арқылы «тең-теңімен» желі жүйесіне қауіп төндіретін, сол арқылы жарамсыздығы мен үлкен ықпалға ие болатын шабуыл. Оны алғаш рет Douceur (Douceur, 2002) тең дәрежелі желілерде қауіпсіздікті зерттеу кезінде ашқан. Кейіннен Karlof пен Wagner (Karlof, 2003) шабуылдың бұл түрі WSN-дегі маршруттау механизмдеріне үлкен қауіп төндіретінін көрсетті. Сенсорлық және тең дәрежелі желілерге ерекше қауіп төндіретін шабуыл — ол желі түйіні бір уақытта бірнеше сәйкестендірулерді заңсыз талап ететін Sybil шабуылы ретінде белгілі.

Wormhole — бұл қауіпті шабуыл (Karlof, 2003; Ioannou, 2016), мұнда стратегиялық деңгейдегі екі шабуылдаушы желіге еніп, желідегі (түйіннің)

белгілі бір нүктеден пакеттерді ұстап алады және оларды бұрын таңдалған басқа нүктеге қайта бағыттайды, осылайша бір уақытта екі заңды түйін құрады. Нәтижесінде желілік ақпарат алмасудың басқару мүмкіндігі бұзылады, бұл ақыр соңында желі жұмысында төтенше жағдайға әкеледі.

Әрі қарай мақалада осы WSN осалдықтарының мәселелері бойынша талдау ұсынылған. 1-ші бөлімде WSN желілеріндегі желілік шабуылдарды анықтаудың белгілі тәсілдерін, әдістерін және механизмдерін жүйелеу үшін әдебиеттерге шолу жасалады. 2-ші бөлімде қолданылатын әдебиеттерді іздеу әдістемесі, желілік шабуылдар таксономиясы және оларды анықтау сипатталған. 3-ші бөлімде ұсынылған алгоритмді пайдалана отырып, Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтау бойынша эксперименттік зерттеулердің нәтижелері берілген. Зерттеу Matlab ортасында модельдік есептеулерді жүзеге асыра отырып, берілген топология мен конфигурацияның желілеріне шабуылдарды модельдеу арқылы жүзеге асырылды.

Зерттеу мәселелері бойынша әдебиеттерге шолу

Қарастырылып отырған мәселе бойынша әдеби шолу жүргізу кезінде бастапқы нүктелер ретінде келесі ережелер қабылданды:

Желілік маршруттауда кез-келген шабуылдар алдын-ала анықталып, тез арада жойылуы керек.

Wormhole шабуыл жағдайында деректер маршруттарда беріледі, ал бұзылған түйін алынған деректерді әртүрлі тәсілдермен теріс пайдаланады.

Sybil шабуылында шабуылдаушы әртүрлі тәсілдермен бұзылған түйінді тарту арқылы жіберілетін деректерді іздейді.

1-кестеде әртүрлі авторлар мен зерттеу топтары қарастырған сымсыз сенсорлық желілердегі Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтаудың әртүрлі тәсілдерінің, әдістері мен механизмдерінің негізгі аспектілері бойынша жүйеленген әдеби шолудың нәтижелері келтірілген.

1 кесте. Әдеби шолу деректерін жүйелеу

Мақала авторлары	Басты идея
Newsome J. et al.	Радиоресурстарды тестілеу және кездейсоқ кілттерді алдын-ала бөлу сияқты бірнеше қорғаныс механизмдерін біріктіру ұсынылды, бұл салыстырмалы түрде жақсы нәтиже берді.
Dhamodharan U.S.R.K. et al.	Аутентификация механизмдеріне негізделген алгоритм ұсынылды.
Almesaeed R. et al.	Сымсыз арна профиліне және сенсорлық түйіндердегі тарату қуатын реттеуге негізделген әдіс ұсынылды. Ұсынылған CPPR механизмі көптеген шабуылдардың алдын алу үшін және жоғары деңгейлі жылдамдығын сақтау үшін олардың беріліс қуатын реттеу үшін сенсор түйіндеріндегі физикалық деңгейдегі жетістіктерден пайда көре алады.
Yuan Y. et al.	Sybil түйіндерін анықтауды жеңілдету үшін "RSS айырмашылықтарының қос айырмашылығы" әдісін қолдана отырып, байланысу, есептеу және сақтау шығындарының төмендеуіне алып келетін локализация әдісі ұсынылды.

S. Dogan-Tusha	Доплерлік ауысымға негізделген желілік шабуылдарды анықтау механизмі Sybil түйіндерін жақсартуды қамтамасыз етеді.
Hanif M. et al.	Жұмыста Wormhole шабуылдарын анықтайын бірнеше схемалар қарастырылады, Wormhole шабуылдарының алдын алады. Схемалар жасанды интеллект пен машиналық оқыту негізінде жұмыс істейді.
Zahra F. et al.	Жұмыста RPL-ге тән және MC-MLGBM деп аталатын сенсорлық желіден мұраланған көп класты классификацияға негізделген жеңіл салмақты шабуылды анықтау моделі ұсынылған.
Teng Z. et al.	WSN-дегі Wormhole-ге қарсы түйін сенімін оңтайландыру моделімен біріктірілген анықтау алгоритмін ұсынады.
Alajlan A.	WSN-де Wormhole-ді анықтауға арналған бұл жұмыста таратылған ортада көп анықтау схемасы ұсынылды және жүзеге асырылды. Схемада әртүрлі интеграцияланған анықтау модульдері қолданылады.
Dhama P.	Жұмыста шабуылдарды анықтау хаттамаларын жақсарту стратегиясы ұсынылған. Кластерлеу желінің қуатты тұтынуын азайтудың тиімді әдісі екендігі дәлелденген, және осының салдарынан интрузияларды анықтау әдісі ұсынылады.

Жүйеленген деректерді талдау негізінде келесі негізгі аспектілер анықталды:

- сымсыз сенсорлық желілерде шабуылдарды анықтаудың көптеген әдістері мен механизмдері бар. Бұл әдістерге аутентификация, локализация, физикалық деңгейді талдауға негізделген алгоритмдер және т.б. кіреді;

- авторлар желінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуде жақсы нәтиже көрсететін кездейсоқ кілттерді алдын ала бөлу және сымсыз арна профиліне негізделген әдістер сияқты әдістерді ұсынады (Almesaeed, 2022);

- жоғарыда келтірілген көптеген әдістерде энергияға тәуелділік ескеріледі, өйткені бұл маңызды фактор болып табылады, сонымен бірге, ол жоғары анықтау коэффициентінде желінің сенімділігін қамтамасыз етеді.

Жалпы қорытынды бойынша сымсыз сенсорлық желілердегі шабуылдарды анықтау - бұл нақты қажеттіліктер мен тұтынушылық және пайдалану талаптарының контекстіне байланысты әртүрлі әдістер мен механизмдерді қолдануға болатын белсенді зерттеу саласы.

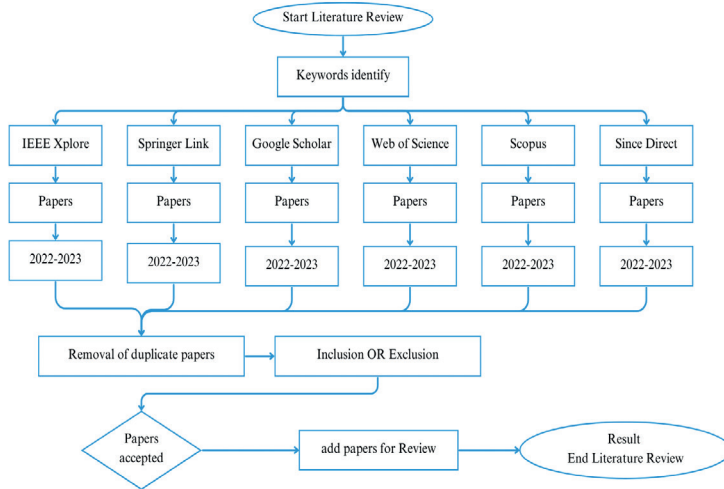
2 Зерттеу әдістемесі

Бөлімде 2020–2023 жылдар кезеңіндегі Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтау бойынша әдеби деректерді библиометриялық талдауда қолданылған әдістеме көрсетілген. Зерттеулер ғылыми журналдар, елдер мен аймақтар, ғылыми мекемелер мен ұйымдар тұрғысынан алғанда, жарияланымдардың бағыттылығы, тенденциялары мен модельдеріндегі трендтерді ажырату және түсіну мақсатында жүргізілді (Lewis, 2023; John, 2022; Shahid, 2022; Zhou, 2022; Jeyaselvi, 2022; Sharma, 2023; Keerthika, 2022; Mahajan, 2023; Hanif, 2022; Zhukabayeva, 2020).

Әдебиеттерді іздеу кезінде "Sybil attack", "Wormhole attack", "WSN", "IoT security", "IoT attack detection" сияқты кілт сөздер қолданылды. IEEE Xplore, Springer Link, Google Scholar, Web of Science, Scopus, ScienceDirect базаларында іздеу жұмыстары орындалды.

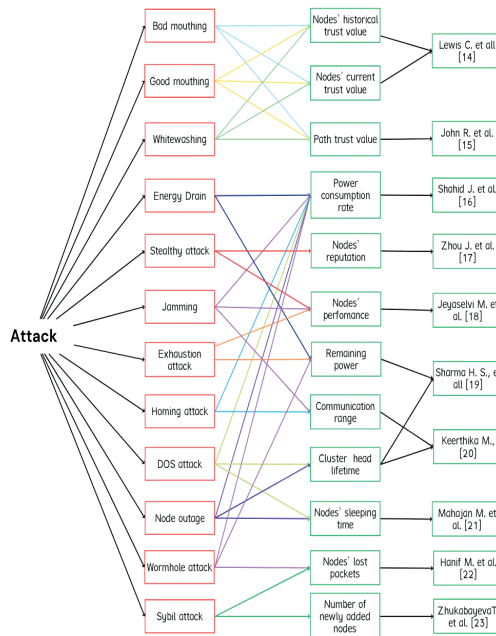
Кейіннен қайталанатын жұмыстар өңделіп, жойылды. Зерттеу бағытына сәйкес жұмыстар әдеби шолу тізіміне қосылды.

1-суретте көрсетілген әдістемеге сәйкес жүргізілген зерттеулердің жалпы схемасы келтірілген. Ол 8 негізгі кезеңнен тұрады.



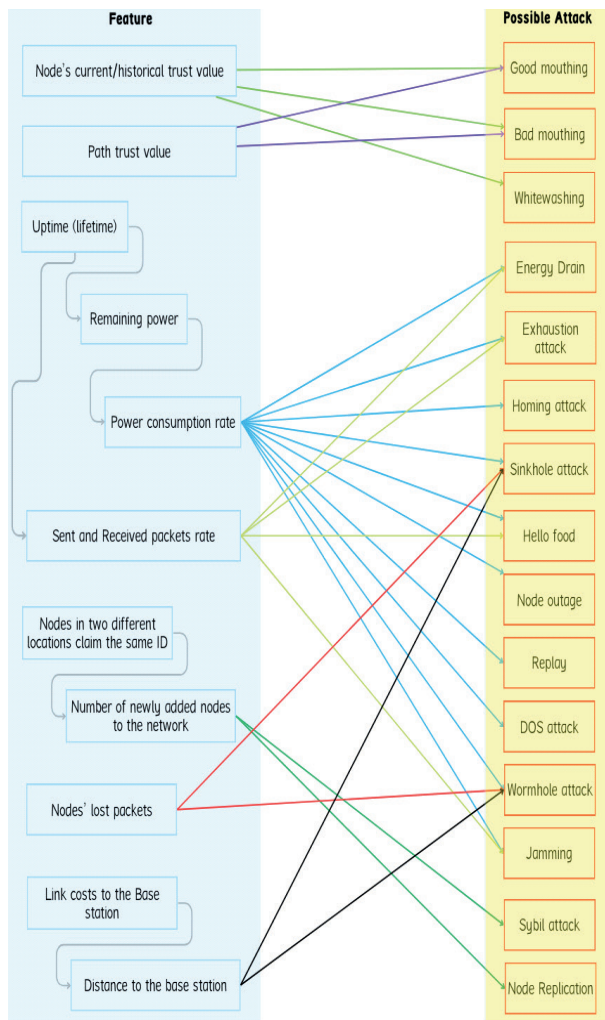
1-сурет. Әдеби шолу әдістемесінің сызбасы

Әдеби шолудың нәтижелері бойынша сымсыз сенсорлық желіде анықталған ерекшеліктері бар әртүрлі шабуылдар бойынша таксономия құрылды (2-сурет).



2-сурет. Сымсыз сенсорлық желідегі желілік шабуылдардың таксономиясы

3-суретте шабуылдарды анықтау және тану үшін пайдалы функциялар бойынша таксономия берілген. Мысалы, егер базалық станциямен байланыс шығындары функциялары және базалық станциямен қашықтықты арттыру немесе желі түйіндеріндегі пакеттердің жоғалуы байқалса, онда бұл Wormhole және Sinkhole шабуылдарын анықтай алады.



3-сурет. Желілік шабуылдарды тануға арналған функцияларды жіктеу

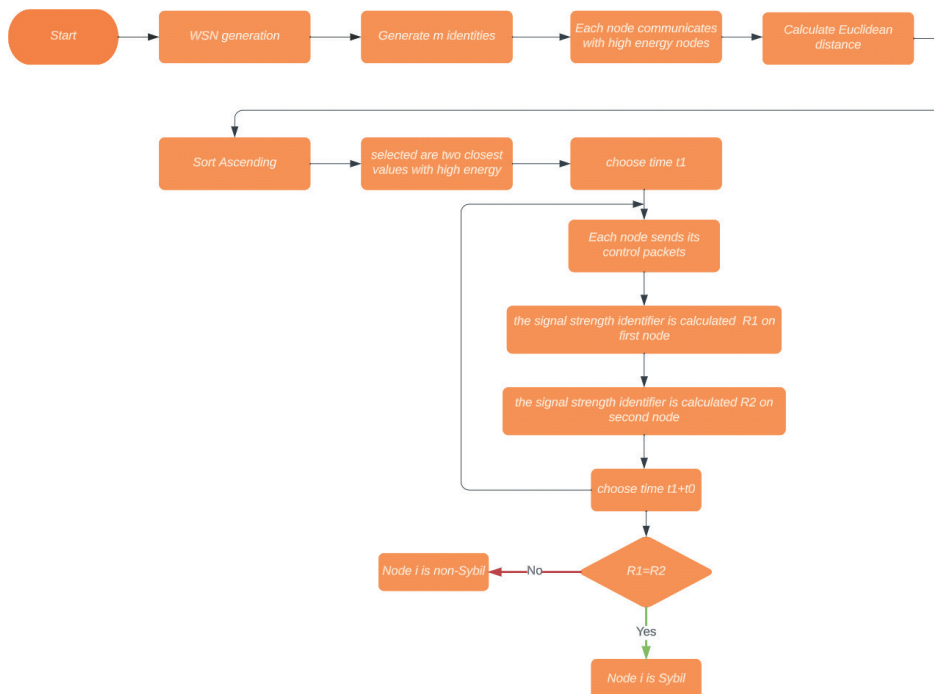
3 Эксперименттік бөлім

3.1 Sybil шабуылын анықтау

3-суреттегі таксономияны қарастыратын болсақ, егер түйіндер екі түрлі жерде бірдей идентификаторды қажет етсе және желіде жаңадан қосылған түйіндердің саны әр түрлі болса, онда Sybil шабуылын тануға болады.

Sybil шабуылын анықтау процесі 4-суретте көрсетілген. Sybil шабуылы

қабылданған сигналдың индикатор қуатын есептеу арқылы анықталады. Бұл сигнал қуатының мәні шамамен былай: егер қашықтағы таратқыш таңдалған негізгі түйінге жақындаса, берілетін сигналдың қуаты артады.

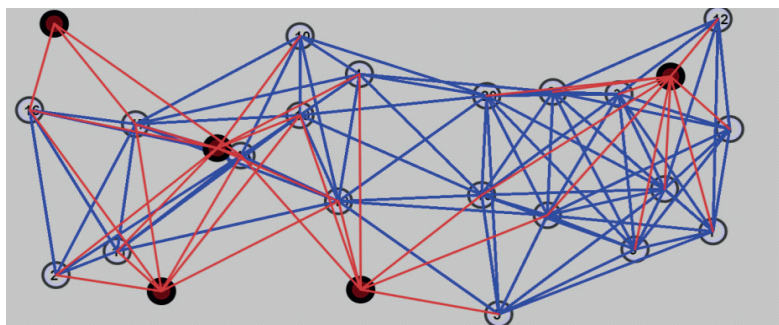


4-сурет. Sybil шабуылын анықтау блок-схемасы

Бұл жұмыста сымсыз сенсорлық желідегі Sybil шабуылын модельдеу нәтижелері келтірілген (5-сурет). Бастапқыда модельденген сенсорлық желідегі түйіндердің саны $n=20$ ретінде анықталады. Эксперимент шарттары бойынша түйіндер aodv (ad hoc on Demand Vector) протоколы бойынша өзара байланыс орнатады. Байланысты Sybil түйіндері желі бойынша кездейсоқ қалыптасады. Желідегі түйін басқа түйіндерге хабарлама жіберу мен түйіннің әрекетін күту күйіне келтіру арқылы бүкіл желінің жұмысын тоқтатады. Кейбір түйіндер деректермен алмасады және деректер пакеттерін бір-біріне жібереді; түйіндер арасында олардың арасындағы байланысты бұзатын қайшылықтар бар.

Деректер көп жолды режимде тасымалдануы мүмкін. Бұл жағдайда шабуылдаушының түйіні деректерді алады және оны басқа жолмен жібереді, ал пакетті қалпына келтіреді (бұл дұрыс маршрутты таңдауды бұзады), содан кейін ақпарат тағайындалған жерге дұрыс жетпейді.

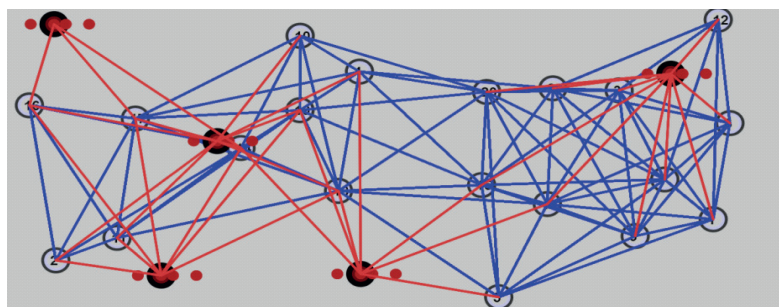
Әрі қарай, берілген алгоритм бойынша желілік трафик жиналады және өңделеді, алынған деректерді өңдегеннен кейін шабуылдың болуына байланысты желілік түйіндердің қалыптан тыс әрекеті анықталады.



5-сурет. Sybil шабуылындағы желілік түйіндердің әрекеті

Тарату кезінде анықтау процедурасы ашық болғанда, ол Sybil шабуыл түйінін табады да осы ынталандыру арқылы берілуден аулақ болады (6-сурет).

Тарату кезінде анықтау процедурасы орналастырылғаннан кейін, ол Sybil түйінін анықтайды және осы шабуылдаушы түйін арқылы берілуден аулақ болады. Деректердің жоғалуын анықтау арқылы болдырмауға болады. Sybil шабуылын анықтау жылдамдығы дәлірек, бірақ мұндай жағдайда уақытты ескере отырып, алдын алу Sybil түйіндерін тікелей жоятын фактор ретінде анықтау орнында шешуші фактор болып табылады.



6-сурет. Сымсыз сенсорлық желідегі Sybil шабуылдарын анықтау

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бойынша келесі фактілер анықталды.

Зиянды түйіндердің саны шынайы анықтау жылдамдығына айтарлықтай әсер етпейді. Дегенмен, олар жалған табу жылдамдығына әсер етеді. Көбірек бақылаушы түйіндерін пайдалану алгоритмнің дәлдігін жақсартады.

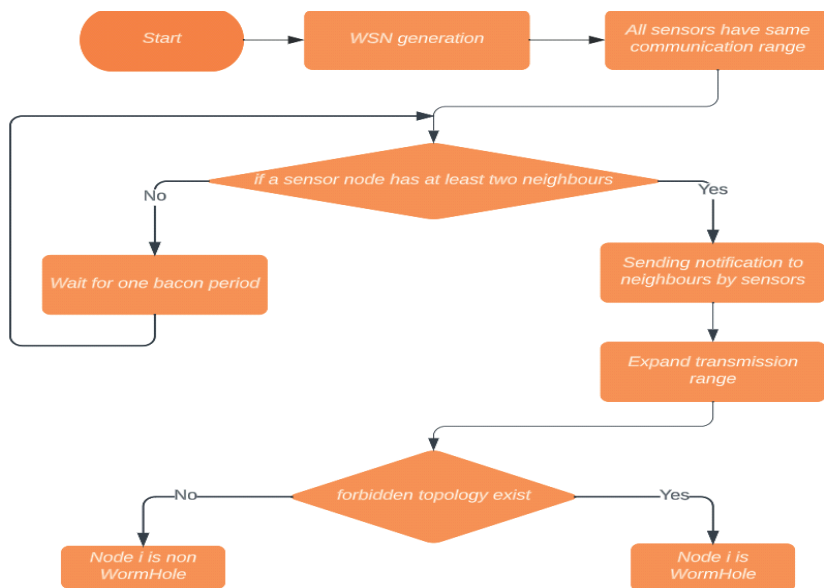
Нақты Sybil шабуылын анықтау үшін бақылаушы түйіндерінің ең аз санын пайдаланған жөн.

Аутентификация және хабар алмасу әдісі Sybil псевдо түйінін тексеруге және сәйкестендіруге арналған.

Қайталанатын идентификаторы бар жалған Sybil түйіні ретінде әрекет ететін түйін басқа түйіндер туралы толық ақпарат болғанда ғана пайда болуы мүмкін.

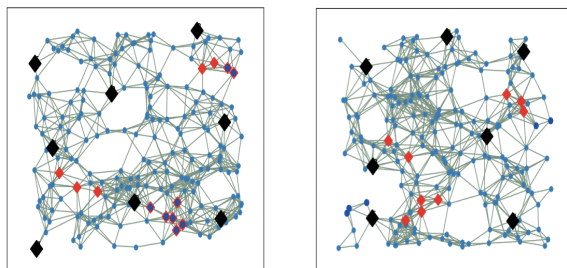
3.2 Wormhole шабуылын тану

Wormhole шабуылын тану механизмі 7-суретте блок-схемада берілген. Сенсорлық түйін байланыс орнатқанда, көршілес орналасқан барлық түйіндердің тізімінен көршілерді анықтайды. Әрі қарай, кілт шифрланған хабарлама түрінде жасалады. Көрші түйін осы шифрланған хабарлама жақтауын алғаннан кейін ол жіберушіге қайта жіберіледі.



7-сурет. Wormhole шабуылын анықтау механизмі

Wormhole шабуылын анықтау әдісі Wormhole арақашықтығын арттыру желідегі кейбір түйіндер арасындағы ең қысқа жол ұзындығында елеулі өзгерістер туғызатын, ал басқа ең қысқа жолдар өзгеріссіз қалады деген болжамға негізделген. Бағдарлама іске қосылғанда, ол кездейсоқ орналастыруы бар сымсыз сенсорлық желіні 10x10 аумақта бар байланыс үлгісін орналастырады.Өзгерістерді бақылау үшін кейбір таңдалған түйіндерден «түбірлік түйіндер» деп аталатын ең бірінші іздеу басталады, ал басқа сенсорлар мен олардың айналасы итеративті түрде окшауланады (8-сурет).



8-сурет. Сымсыз сенсорлық желідегі Wormhole шабуылдарын іске қосу және анықтау

Эксперименттік зерттеулердің нәтижелері бойынша мыналар анықталған.

Желіге қосылу жолы неғұрлым ұзағырақ болса, соғұрлым зақымдануды оңай анықтауға болады.

Алгоритм жалған позитивтердің орташа санын өлшеумен және осы сынақ жағдайлары үшін шолулардың орташа санымен жүзеге асырылатын жағдайларда жұмыс істейді.

Тесттер алгоритмнің тиімділігін көрсетеді.

Жалған позитивтердің саны, әсіресе бұзылған тор үшін және орташа дәрежесі 10 немесе одан жоғары кездейсоқ орналастыру үшін салыстырмалы түрде төмен.

Қорытынды

Сымсыз сенсорлық желіде ақпарат алмасудың қауіпсіздігі мен құпиялылығын қамтамасыз ету өзекті, маңызды және күрделі міндет болып табылады. Бұл мақалада осы мәселені шешетін WSN жүйесіндегі Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтау бойынша зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеуді жүргізудің ғылыми негізін беделді ғылыми басылымдарда жарияланған ғылыми жұмыстар құрайды, бұл оларды пайдаланудың дұрыстығы мен заңдылығын анықтайды.

Зерттеудің ғылыми құралы ретінде әдебиеттердің талдау әдістерін пайдалана отырып, шабуылдарды сәйкестендіріп, зерттеу нәтижелерін заңды және дұрыс деп санауға мүмкіндік беретін шабуылдар таксономиясының белгілі және танылған әдісі қолданылды.

Зерттеу нәтижелерінің негізінде сымсыз сенсорлық желілердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін практикалық қолданыс таба алатын жалпы Sybil және Wormhole шабуылдарын анықтауға қатысты нақты қорытындылар мен ұсынымдар тұжырымдалды.

REFERENCES

Alajlan A.M. (2022). Multi-Step Detection of Simplex and Duplex Wormhole Attacks over Wireless Sensor Networks //Computers, Materials & Continua. — Vol. 70. — No. 3 (in Eng.)

Almesaeed R., Al-Salem E. (2022). Sybil attack detection scheme based on channel profile and power regulations in wireless sensor networks. Wireless Netw 28. — 1361–137. <https://doi.org/10.1007/s11276-021-02871-0> (in Eng.)

Dhamodharan U.S.R.K. et al. (2015). Detecting and preventing sybil attacks in wireless sensor networks using message authentication and passing method //The Scientific World Journal. (in Eng.)

Douceur J.R., (2002). The Sybil Attack. In: Druschel P., Kaashoek F., Rowstron A. Peer-to-Peer Systems. IPTPS 2002. Lecture Notes in Computer Science. — Vol 2429. Springer, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/3-540-45748-8> (in Eng.)

Hanif M. et al. (2023). AI-based wormhole attack detection techniques in wireless sensor networks //Electronics. — Vol. 11. — No. 15. — Pp. 2324. (in Eng.)

Hanif M. et al. (2022). AI-based wormhole attack detection techniques in wireless sensor networks //Electronics. — 2022. —Vol. 11. — No. 15. — Pp. 2324. (in Eng.)

Ioannou C. & Vassiliou V. (2016). The Impact of Network Layer Attacks in Wireless Sensor Networks. In 2016 International Workshop on Secure Internet of Things (SIoT). — Pp. 20–28. IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIoT.2016.009>

Jeyaselvi M. et al. (2022). SVM-Based Cloning and Jamming Attack Detection in IoT Sensor

Networks //Advances in Information Communication Technology and Computing: Proceedings of AICTC 2021. — Singapore: Springer Nature Singapore. — Pp. 461–471. (in Eng.)

John R. et al. (2022). Trust model for secure routing in wireless sensor network using AI technique //2022 8th International Conference on Smart Structures and Systems (ICSSS). IEEE. — Pp. 1–5. (in Eng.)

Karlof C. and Wagner D. (2003). Secure routing in wireless sensor networks: Attacks and countermeasures. In First IEEE International Workshop on Sensor Network Protocols and Applications. — Pp. 113–127. (in Eng.)

Keerthika M., Shanmugapriya D.A. (2022). Systematic Survey on Various Distributed Denial of Service (DDoS) Attacks in Wireless Sensor Networks (WSN) //2022 IEEE 7th International Conference on Recent Advances and Innovations in Engineering (ICRAIE). IEEE. — Vol. 7. — Pp. 59–64. (in Eng.)

Lewis C., Varadharajan V., Noman N. (2023). Attacks against federated learning defense systems and their mitigation //Journal of Machine Learning Research. — Vol. 24. — No. 30. — Pp. 1–50. (in Eng.)

Mahajan M. et al. (2023). A Flooding Attack Detection and Mitigation Technique in Wireless Sensor Networks, 7th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS). – IEEE, 2023. — Pp. 1473–1478.

Newsome J. et al. (2004). The sybil attack in sensor networks: analysis & defenses //Proceedings of the 3rd international symposium on Information processing in sensor networks. — Pp. 259–268. (in Eng.)

S. Dogan-Tusha, S. Althunibat and M. Qaraqe (2023). "Doppler Shift based Sybil Attack Detection for Mobile IoT Networks," in IEEE Internet of Things Journal. — DOI:10.1109/IJOT.2023.3288040. (in Eng.)

Shahid J. et al. Cellular automata trust-based energy drainage attack detection and prevention in wireless sensor networks //Computer Communications. — Vol. 191. — Pp. 360–367. (in Eng.)

Sharma H.S., Singh M.M., Sarkar A. (2021). Machine Learning-Based DOS Attack Detection Techniques in Wireless Sensor Network: A Review //Proceedings of the International Conference on Cognitive and Intelligent Computing: ICCIC 2021, Volume 2. – Singapore: Springer Nature Singapore, — 2023. — Pp. 583–591. (in Eng.)

Teng Z. et al. (2022) A wormhole attack detection algorithm integrated with the node trust optimization model in WSNs //IEEE Sensors Journal. — Vol. 22. — No. 7. — Pp. 7361–7370. (in Eng.)

Yuan Y., Huang Y., Yuan Y. (2023). PrSLoc: Sybil attack detection for localization with private observers using differential privacy //Computers & Security. — Vol. 131. — P. 103289. (in Eng.)

Zahra F. et al. (2022). Rank and wormhole attack detection model for RPL-based internet of things using machine learning //Sensors. — Vol. 22. — No. 18. — Pp. 6765. (in Eng.)

Zhou J. et al. (2022). Watermarking-based protection strategy against stealthy integrity attack on distributed state estimation //IEEE Transactions on Automatic Control. — Vol. 68. — No 1. — Pp. 628–635. (in Eng.)

Zhukabayeva T.K, Mardenov E.M and Abdildayeva A.A. (2020). Sybil Attack Detection In Wireless Sensor Networks, IEEE 14th International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT), Tashkent, Uzbekistan. — 2020. —Pp. 1–6. DOI: 10.1109/AICT50176.2020.9368790. (in Eng.)

ӘОЖ 004.931

© **A.A. Ismailova¹, Zh.T. Beldeubayeva^{1*}, A.A. Nurpeisova¹, G.O. Issakova¹,
Zh.Z. Zhantassova², 2023**

¹S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan;

²East Kazakhstan university named after S. Amanzholov,

Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan.

E-mail: zbeldeubayeva@list.ru

DETECTION OF PLANT DISEASES 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>;

Beldeubayeva Zhanar — PhD, Senior lecturer, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan

E-mail: zh.beldeubayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4056-6220>;

Nurpeisova Ardak — PhD, Senior lecturer, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan

E-mail: naa11317@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>;

Issakova Gulnur — PhD, S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University, Astana, Kazakhstan

E-mail: is_gul_oral@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7272-4786>;

Zhantassova Zheniskul — Candidate in technical sciences associate professor of East Kazakhstan university named after S. Amanzholov

E-mail: zheniskul_z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5550-7587>.

Abstract. Plant disease and pest detection machines were originally used in agriculture and have to some extent replaced traditional visual identification. Plant diseases and pests are an important factor determining the productivity and quality of plants. Plant diseases and pests can be detected using digital image processing. According to the differences in network structure, this study presents research on plant disease and pest detection based on the three aspects of classification network, detection network and segmentation network in recent years, and summarizes the advantages and disadvantages of each. method. A common data set is introduced and results from existing studies are compared. This study discusses potential challenges in the practical application of science-based methods for detecting plant diseases and pests. Conventional image processing algorithms or manual descriptive design and classifiers are often used to identify plant diseases and pests compared

to traditional computer vision. This method typically uses various characteristics of plant diseases and pests to create an image layout, and selects an appropriate light source and shooting angle to produce evenly lit images. The purpose of this work is to identify a group of pests and diseases of home and garden plants using a mobile application and display the final result on the screen of a mobile device. This work used data from 38 different classes, including images of diseased and healthy leaves of 13 plants from PlantVillage. In our experiments, Inception v3 tends to consistently improve accuracy with increasing epoch without any sign of overfitting and performance degradation. Keras with Theano server was used for architecture training.

Keywords: image processing, Inception v3, deep learning, classification, plant diseases, clustering

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

©А.А. Исмаилова¹, Ж.Т. Бельдеубаева^{1*}, А.А. Нурпейсова¹,
Г.О. Исакова¹, Ж.З. Жантасова², 2023

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан;

²С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті,
Өскемен, Қазақстан.

E-mail: zbeldeubayeva@list.ru

ӨСІМДІК АУРУЛАРЫН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ

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>;

Бельдеубаева Жанар Толеубайқызы — PhD, аға оқытушы, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: zh.beldeubayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4056-6220>;

Нурпейсова Ардақ Алданышқызы — PhD, аға оқытушы, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: naa11317@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>;

Исакова Гүльнур Оралбаевна — PhD, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

E-mail: is_gul_oral@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7272-4786>;

Жантасова Жеңіскүл Зейнешқызы — техникалық ғылымдар кандидаты, қауымдастырылған профессор, С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті

E-mail: zheniskul_z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5550-7587>.

Аннотация. Өсімдік аурулары мен зиянкестерді анықтау машиналары бастапқыда ауыл шаруашылығында қолданылған және белгілі бір дәрежеде дәстүрлі визуалды идентификацияны ауыстырды. Өсімдіктердің аурулары мен зиянкестері өсімдік өнімділігі мен сапасын анықтаудың маңызды факторы болып табылады. Өсімдіктердің аурулары мен зиянкестерін цифрлық кескінді

өңдеу арқылы анықтауға болады. Желі құрылымындағы айырмашылыққа сәйкес, бұл зерттеу соңғы жылдардағы жіктеу желісінің, анықтау желісінің және сегменттеу желісінің үш аспектісіне негізделген өсімдік аурулары мен зиянкестерін анықтау бойынша зерттеулерді ұсынады және олардың әрқайсысының артықшылықтары мен кемшіліктерін қорытындылайды. Әдіс. Жалпы деректер жинағы енгізіліп, бар зерттеулердің нәтижелері салыстырылады. Бұл зерттеу терең білімге негізделген өсімдік аурулары мен зиянкестерді анықтауды практикалық қолданудағы мүмкін проблемаларды талқылайды. Кәдімгі кескін өңдеу алгоритмдері немесе қолмен сипаттамалық дизайн және классификаторлар дәстүрлі компьютерлік көру негізіндегі өсімдік аурулары мен зиянкестерді анықтау үшін жиі пайдаланылады. Бұл әдіс әдетте сурет макетін жасау үшін өсімдік аурулары мен зиянкестерінің әртүрлі сипаттамаларын пайдаланады және біркелкі жарықтандырылған кескіндерді шығару үшін пайдалы жарық көзі мен түсіру бұрышын таңдайды. Бұл жұмыстың мақсаты — мобильді қосымшаның көмегімен тұрмыстық және бақша өсімдіктерінің зиянкестері мен ауруларының тобын анықтау және соңғы нәтижені мобильді құрылғы экранында көрсету. Бұл жұмыста 38 түрлі кластардың деректері пайдаланылды, оның ішінде plantVillage 13 өсімдіктің ауру және сау жапырақ суреттері. Экспериментте Inception v3 шамадан тыс орнату және өнімділік төмендеу белгілерінсіз дәуірлердің көбеюімен дәлдікті үнемі жақсартуға бейім. Теано сервері бар Керас архитектураны үйрету үшін пайдаланылды.

Түйін сөздер: кескінді өңдеу, Inception v3, терең оқыту, жіктеу, өсімдіктер аурулары, кластерлеу

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

© А.А. Исмаилова¹, Ж.Т. Бельдеубаева^{1*}, А.А. Нурпейсова¹,
Г.О. Исакова¹, Ж.З. Жантасова², 2023

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им.

С. Сейфуллина, Астана, Казахстан;

²ВКУ имени С. Аманжолова, Усть-Каменогорск, Казахстан.

E-mail: zbeldeubayeva@list.ru

ОБНАРУЖЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ МЕТОДОМ 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>;

Бельдеубаева Жанар Толеубаевна — PhD, старший преподаватель, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан
E-mail: zh.beldeubayeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4056-6220>;

Нурпейсова Ардак Алданышовна — PhD, старший преподаватель, Казахский

агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан
E-mail: naa11317@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>;

Исакова Гульнур Оралбаевна — PhD, Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

E-mail: is_gul_oral@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7272-4786>;

Жантасова Женискуль Зейнешовна — Кандидат технических наук, ассоциированный профессор ВКУ имени С. Аманжолова, Усть-Каменогорск, Казахстан

E-mail: zheniskul_z@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5550-7587>.

Аннотация. Машины для обнаружения болезней растений и вредителей изначально использовались в сельском хозяйстве и в некоторой степени заменили традиционную визуальную идентификацию продуктивности и качества растений. Однако, болезни и вредителей растений можно обнаружить с помощью цифровой обработки изображений. В соответствии с различиями в структуре сети в этой работе представлено исследование по обнаружению болезней растений и вредителей, основанное на трех аспектах: сети классификации, сети обнаружения и сети сегментации, и суммированы преимущества и недостатки каждого из них, путем ввода общего набора данных и сравнения результатов. Авторы статьи выявляют потенциальные проблемы практического применения научно обоснованных методов обнаружения болезней растений и вредителей. Целью данной работы является выявление группы вредителей и болезней домашних и садовых растений с помощью мобильного приложения и отображение конечного результата на экране мобильного устройства. Этот метод обычно использует различные характеристики болезней и вредителей растений для создания макета изображения, а также выбирает подходящий источник света и угол съемки для получения равномерно освещенных изображений. В работе использовались данные из 38 различных классов, включая изображения больных и здоровых листьев 13 растений из PlantVillage. Для обучения архитектуре использовался Keras с сервером Theano. В поведенных авторами экспериментах Inception v3 имеет тенденцию последовательно повышать точность с увеличением эпохи без каких-либо признаков переобучения и снижения производительности.

Ключевые слова: обработка изображений, Inception v3, глубокое обучение, классификация, болезни растений, кластеризация

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Терең оқыту соңғы уақытта жылдам, автоматты және дәл кескінді сәйкестендіру және жіктеу жүйесін әзірлеу мақсатымен көп көңіл бөлді. Бұл жұмыс кескінге негізделген өсімдік ауруларын жіктеу үшін ең заманауи терең конволюционды нейрондық желілерді дәл баптауға және бағалауға бағытталған. Терең оқыту немесе терең құрылымдық оқыту немесе иерархиялық оқыту алгоритмдер жиынтығы негізінде деректердегі жоғары

деңгейлі абстракцияларды модельдеуге тырысатын машиналық оқытудың бір саласы (Мэттью, 2020; Хан, 2019). Мұндай алгоритмдер оқытудың және деректерді ұсынудың көп деңгейлі иерархиялық архитектурасын жасайды. (Голенко, 2022) негізінде DL алгоритмдері бақыланбайтын деректердің үлкен көлемімен жұмыс істегенде пайдалы. Шешімсіз деп есептелетін мәселелер қазір адамгершілікке жатпайтын дәлдікпен шешілуде. Кескінді классификациялау осының жарқын мысалы болып табылады. Дәстүрлі машиналық оқыту алгоритмдерінің өнімділігі жаттығу деректерінің шегіне жеткенде тұрақтанады, ал терең оқыту деректер өскен сайын өнімділікті арттырады.

Сызықтық регрессия (Тусупов, 2014) және сызықтық дискриминанттық талдау (Оразаева, 2022) сияқты деректерді талдаудың дәстүрлі әдістері алдын ала анықталған үлестірімдерге және үлгі болжамдарына негізделген. Бұл әдістер дәлдігін жоғалтпай тек осы талаптарға сәйкес келетін деректер үшін қолданылады. Бұл зерттеуде біз дәстүрлі машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, өсімдік ауруларын анықтау әдістерін дамытуға назар аударамыз. Бірнеше әдістер бағаланады: қолдау векторлық машиналары, шешім ағашы, кездейсоқ орман және Naïve Bayes. Әдетте, өсімдіктерді жалаңаш көзбен тексергенде, олар түс туралы ақпаратты (аурулары бар жапырақтар әдетте түсін өзгертеді) немесе жапырақтарда дақтар немесе шірік аймақтардың болуы туралы ақпаратты пайдаланады. Сондықтан біз түс ақпаратын немесе жергілікті дескрипторды түсіретін әртүрлі кескінді өңдеу функцияларын зерттеп жатырмыз. Біз бағалайтын мүмкіндіктерді шығару әдістеріне RGB, масштабты инварианттық мүмкіндікті түрлендіру (Бургер, 2022), жеделдетілген сенімді мүмкіндіктер (Ян, 2020), бағдарланған FAST және айналдырылған BRIEF (Авалудин, 2020), гистограммаға бағытталған градиенттер (Рахмад, 2020) кіреді. Мүмкіндіктер кескін деректерінен түс, жергілікті мүмкіндіктер немесе нысан детекторы ақпаратын қамтитындықтан таңдалады. Сондықтан мұндай талдау әдістерінің ауқымы шектеулі.

Бұл жұмыста Decision Tree, Random Forest, Naïve Bayes сияқты машиналық оқыту әдістері және деректер жинағын жіктеу үшін Inception v3 әдісі және VGG19 сияқты терең оқыту әдістері қолданылды. Өсімдік ауруларын анықтау мен диагностикалаудың автоматтандырылған компьютерлік жүйесінің болуы ауру өсімдіктердің жапырақтарын оптикалық бақылау арқылы осындай диагноз қоюды сұраған өсімдік өсірушілерге құнды көмек бола алады (Моханти, 2020). Жүйені пайдалану оңай және қарапайым мобильді қосымша арқылы оңай қол жетімді болса, фитопатологиялық кеңес беру үшін инфрақұрылымы жоқ әлемнің бөліктеріндегі бөлме өсімдіктерін өсірушілер үшін құнды құрал болуы мүмкін. Аурудың себептері биотикалық (бактериялар, саңырауқұлақтар, вирустар және нематодтар) және абиотикалық (температураның, ылғалдылықтың және қоректік заттардың жетіспеушілігінің әсері) болуы мүмкін. Бұл аурулардың кейбір себептері

бір-бірімен байланысты. Мысалы, қоректік заттар жетіспейтін өсімдіктер бактериялар тудыратын ауруларға бейім.

Жабық және бақша өсімдіктері адам денсаулығына үлкен әсер етеді, олардың кейбіреулері жеміс береді, ал кейбіреулері дәрі ретінде қолданылады. Сондықтан олардың қазіргі жағдайын білу және бағалау, аурудың түрін білу және болжау әлі де өзекті мәселе болып табылады.

Шешім ағашының классификаторлары классификаторларды деректерді классификациялаудың ең танымал әдістерінің ерекшелігі болып саналады. Әртүрлі салалар мен ортадан келген әртүрлі зерттеушілер машиналық зерттеу, үлгіні тану және статистика сияқты қол жетімді деректерден шешім ағашын кеңейту мәселесін қарастырды. Медициналық ауруларды талдау, мәтінді жіктеу, пайдаланушы смартфондарының жіктелуі, кескіндер және т.б. сияқты әртүрлі салаларда Шешім ағашының жіктеуіштерін пайдалану көптеген жолдармен ұсынылған.

Қағазда (Шарбути, 2021) шешім ағаштарына егжей-тегжейлі көзқарас берілген. Бұдан басқа, қолданылатын алгоритмдер/тәсілдер, деректер жиыны және қол жеткізілген нәтижелер сияқты қағаз ерекшеліктері бағаланады және жан-жақты сипатталады. Сонымен қатар, талданған барлық тәсілдер авторлардың тақырыптарын суреттеу және ең дәл классификаторларды анықтау үшін талқыланды. Нәтижесінде деректер жиынының әртүрлі түрлерін пайдалану талқыланады және олардың нәтижелері талданады.

Жұмыста (Валеча, 2018) авторлар өнімді сатып алу кезінде тұтынушылардың мінез-құлқы мен қоршаған орта факторлары, ұйымдық факторлар, жеке факторлар және тұлғааралық факторлар сияқты параметрлердің өзгеруі арасындағы байланысты зерттейді. Осылайша, бұл мақала өнімді сатып алу таңдауларына айтарлықтай әсер ететін тұтынушылық мінез-құлықты болжау үшін бірегей мүмкіндікті инженерияны пайдаланатын уақыт бойынша өзгертін кездейсоқ орман классификаторын ұсынады. Кездейсоқ орман классификаторының нәтижелері басқа машиналық оқыту алгоритмдеріне қарағанда дәлірек.

Бұл мақала (Чен, 2020) таңдамалы Naive Bayes үлгілерін құру үшін кейбір атрибуттарды ғана пайдаланатын тиімді таңдамалы Naive Bayes алгоритмін ұсынады. Бұл модельдер әрқайсысы екіншісінің тривиальды кеңейтімі болатындай етіп салынған. Ең болжамды таңдаулы Naive Bayes үлгісін бір ерекшелікпен қадамдық айқас тексеру шараларын қолдану арқылы таңдауға болады. Нәтижесінде атрибуттарды тиімді үлгіні таңдау арқылы таңдауға болады. Эмпирикалық нәтижелер Naive Bayes таңдаулы әдісі классификацияның тамаша дәлдігін көрсетеді, сонымен бірге қарапайымдылық пен тиімділікті сақтайды.

Бұл мақала (Хамид, 2020) біздің жиналған деректер жиынтығын пайдалана отырып, сүт безі қатерлі ісігінің карциномалы емес және карциномалы гистологиялық кескіндерінің анықталған жіктелуі үшін терең оқытудың

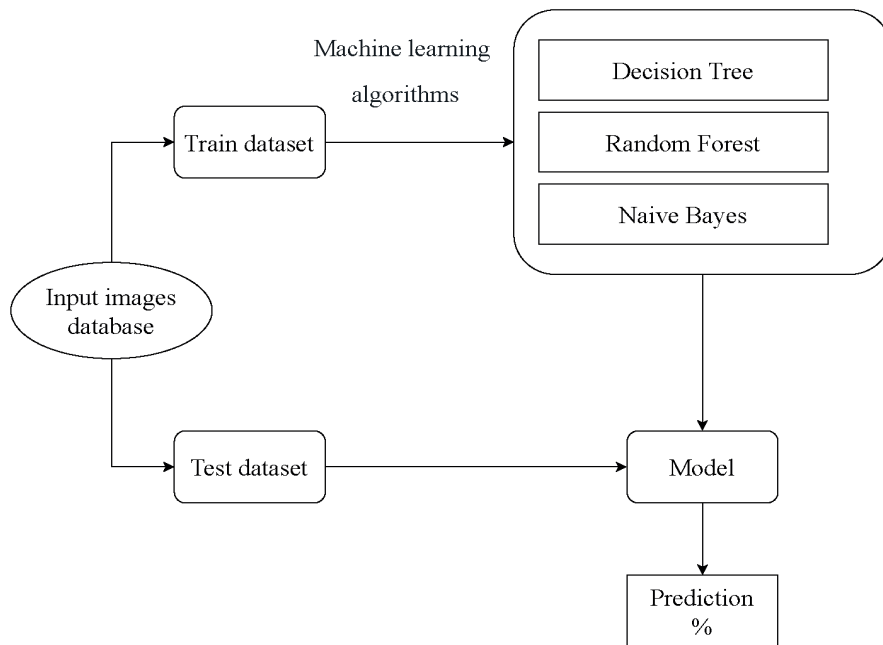
ансамбльдік әдісін ұсынады. Біз алдын ала дайындалған VGG16 және VGG19 архитектураларына негізделген төрт түрлі модельді оқыттық. Бастапқыда авторлар барлық жеке үлгілердің, атап айтқанда толық дайындалған VGG16-ның 5 еселік кросс-валидациясын орындады. Содан кейін болжамды ықтималдықтардың орташа мәнін алу арқылы, дәл бапталған VGG16 ансамблі, әсіресе карцинома класы үшін бәсекеге қабілетті классификацияны көрсеткені анықталды.

Бұл жұмыстың ерекшелігі өсімдік өсіру әуесқойлары үшін кросс-платформалық қосымшаны жасау үшін терең оқыту әдістерін пайдалану болып табылады. Атап айтқанда, бұл әдістердің тиімділігі өсімдіктің жағдайын анықтау және өсімдік өнімділігіне әкелетін зиянкестерді жою шараларын қолдану болып табылады..

Әдістер мен материалдар

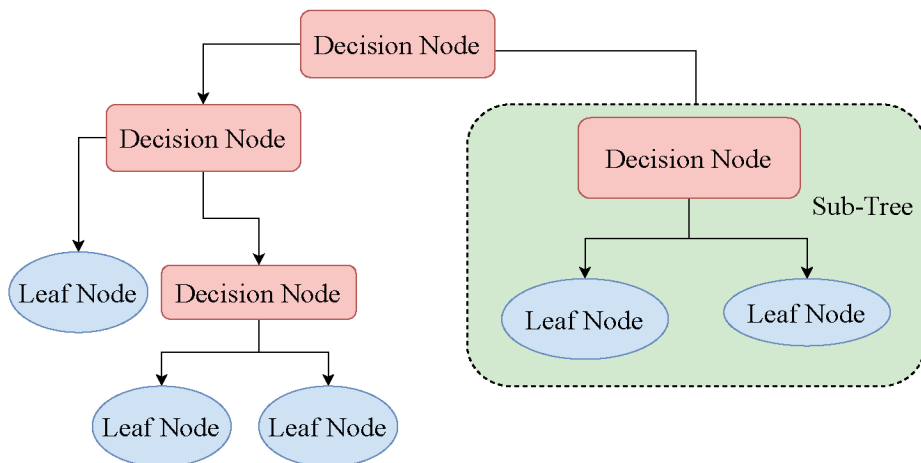
Бұл жұмыста зерттеу объектісі өсімдіктер және олардың нақты уақыт режиміндегі күйі болып табылады. Дәстүрлі тәсіл нысандарды анықтау үшін мүмкіндік дескрипторлары (SIFT, SURF, BRIEF және т.б.) сияқты жақсы қалыптасқан SV әдістерін пайдалану болып табылады. DL пайда болғанға дейін кескінді жіктеу сияқты тапсырмалар үшін мүмкіндікті шығару деп аталатын қадам болды. Мүмкіндіктер суреттердегі шағын «қызықты», сипаттамалық немесе ақпараттық нүктелер. Бұл қадамда жиекті анықтау, бұрышты анықтау немесе шекті сегменттеу сияқты бірнеше компьютерлік көру алгоритмдерін пайдалануға болады. Мүмкіндіктердің максималды саны кескіндерден алынады және бұл мүмкіндіктер объектілердің әрбір класы үшін анықтаманы (сөздер жиыны ретінде белгілі) құрайды. Орналастыру кезеңінде бұл анықтамалар басқа пішіндерде ізделеді. Кескін осы нақты нысанды қамтитын ретінде жіктеледі, яғни бұл жұмыста өсімдік аурулары ретінде анықталған суреттердегі қалыптан тыс мәндер.

Бұл дәстүрлі тәсілдің қиындығы — әрбір сурет үшін қандай мүмкіндіктер маңызды екенін таңдау керек. Жіктеу үшін сыныптар саны артқан сайын, бағалауды алу қиындай түседі. Терең оқытуда объектілердің әртүрлі сыныптарын ең жақсы сипаттайтын қандай мүмкіндіктерді шешу алдын ала дайындалған деректерге және сынақ пен қателіктің ұзақ процесіне байланысты. Жиналған деректер негізінде дәстүрлі әдістермен өсімдіктердегі ауытқуларды анықтау төмендегі суретте көрсетілген үлгі бойынша оқытылды (Сур. 1).



Сур. 1. Дәстүрлі машиналық оқыту әдісіне негізделген оқыту моделі
 (Fig. 1. Learning model based on traditional machine learning method)

1-суретте көрсетілгендей, деректер жинағы жаттығу жиынында дәстүрлі машиналық оқыту әдістерімен оқытылды және сынақ деректер жинағы оқытылған үлгінің нәтижесіне сәйкес расталды. Мысалы, дәстүрлі әдістердің бірі – шешім ағашының архитектурасы көрсетілген (Сур. 2).

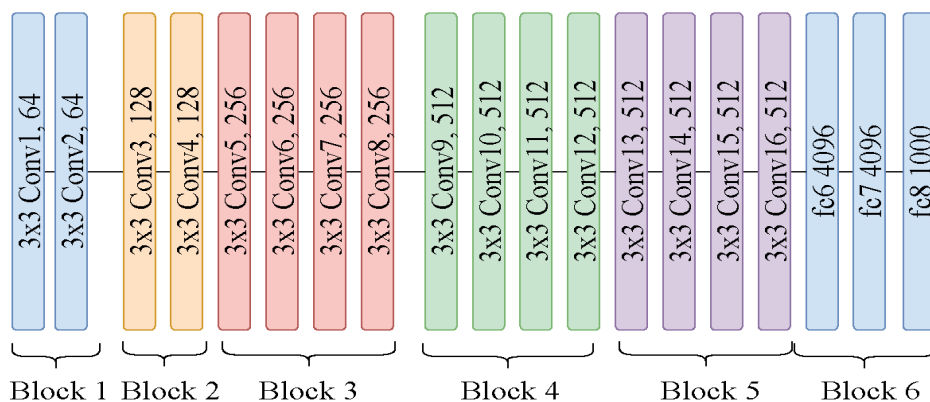


Сур. 2. Дәстүрлі машиналық оқыту архитектурасы шешім ағашы
 (Fig. 2. Traditional Machine Learning Architecture Decision Tree)

Шешім ағашы ағаш немесе иерархиялық құрылым түрінде жіктеу немесе регрессия үлгілерін құрастырады (Сур. 2). Ол деректер жиынтығын кішірек және кішірек жиынтықтарға бөледі, сонымен бірге сәйкес шешім ағашы біртіндеп әзірленеді, яғни жіктеудің соңғы нәтижесі ағаш жапырақтары түрінде болады және бұл біздің шешіміміз болады.

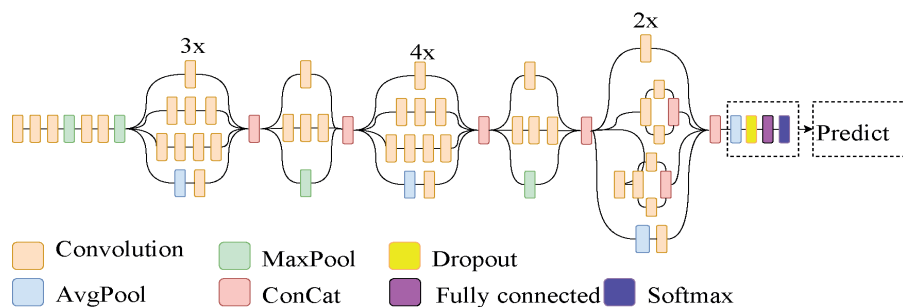
Нәтижелер және оларды талқылау

Бұл жұмыста VGG19 конволюционды нейрондық желі ретінде пайдаланылды, ол жақсы нейрондық желі архитектурасы болып табылады, бірақ ол күрделі тапсырмаларды жақсы орындай алмайды, өйткені ол бір-бірін қадағалайтын және ақырында толығымен қосылған конволюциялық және максималды біріктірілген қабаттардың қарапайым жиынтығы. қабаттар (Сур. 3). Қарапайым сөзбен айтқанда, ол өте күрделі мүмкіндіктерді шығара алмайды.



Сур. 3. VGG19 Конволюционды нейрондық желі архитектурасы
(Fig. 3. VGG19 Convolutional Neural Network Architecture)

Екінші жағынан, бастапқы желілерде 3x3 сүзгілерден тұратын бастапқы модульдер бар, олар нүктелік конвульсиялар деп те аталады, содан кейін бір уақытта қолданылатын әртүрлі өлшемдегі сүзгілері бар конволюционды қабаттар. Бұл бастапқы желілерге күрделірек мүмкіндіктерді үйренуге мүмкіндік береді. VGG19-пен салыстырғанда олардың жасырын қабаттары бар. Сондықтан олар күрделірек тапсырмалар үшін қолданылады. Бастау v3 симметриялы және асимметриялық құрылыс блоктарынан тұрады, соның ішінде конвульсиялар, орташа мәндерді біріктіру, максимумдарды біріктіру, біріктірулер, алып тастаулар және толық қосылған қабаттар (Сур. 4). Пакеттік қалыпқа келтіру барлық модельде кеңінен қолданылады және белсендіру кірістеріне қолданылады. Softmax белсендіру функциясы модельге әрбір класс үшін ықтималдық болжамдарын жасауға мүмкіндік береді, бұл классификациялық тапсырмаларда пайдалы, яғни сурет қай класқа жатады және өсімдік түрлері мен олардың ауруларын анықтауға мүмкіндік береді.



Сур. 4. Конволюциялық нейрондық желі архитектурасының бастамасы v3
 (Fig. 4. Convolutional Neural Network Architecture Inception v3)

Жалпы алғанда, бастапқы V3 моделі 42 қабаттан тұрады, бұл алдыңғы бастапқы V1 және V2 үлгілерінен сәл жоғары. Жаттығу деректер жинағы 23102 алдын ала дайындалған кескін жиынын қамтиды. Оның ішінде алма – 2215, шие – 1717, жүгері – 1834, жүзім – 2419, апельсин – 1576, шабдалы – 1347, болгар бұрышы – 1479, таңқурай – 14–, картоп 17, құлпынай – 1983, соя – 1790, қызанақ – 1791, жабық өсімдіктер – 2590 сурет. Жемістердің, көкөністердің (Сур. 5) және бөлме өсімдіктерінің (8-сурет) сау және ауру түрлері зерттелді. Мысалы, алма қотыры, кара шірік, балқарағай алма тоты, жүгері жапырағы дақ, сұр жапырақ дақ, кәдімгі тат, солтүстік жапырақ дақ, жүзім кара шірік, жүзімге арналған эска (кара қызылша), жүзім жапырағы дақ (исариопсис)..

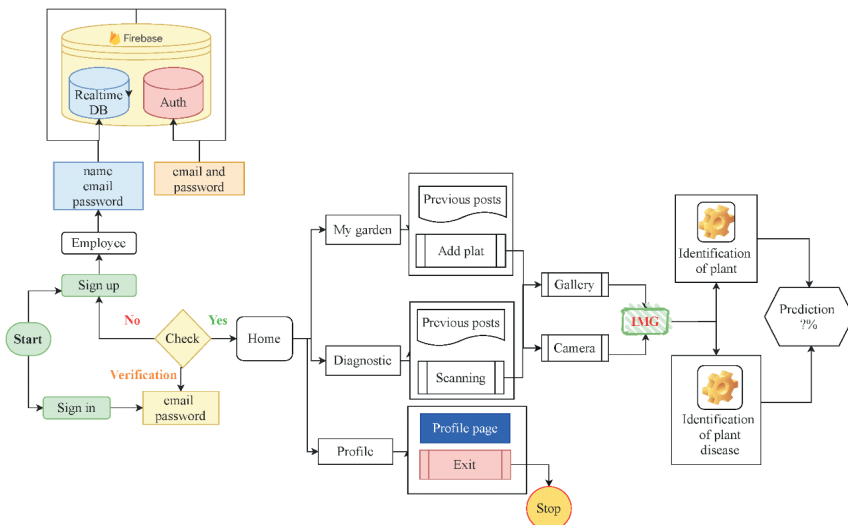


(a) (б)

Сур. 5. Алма жапырағының сорттары: а – сау; б – ауру
 (Fig. 5. Varieties of apple leaves: a – healthy; b – diseased)

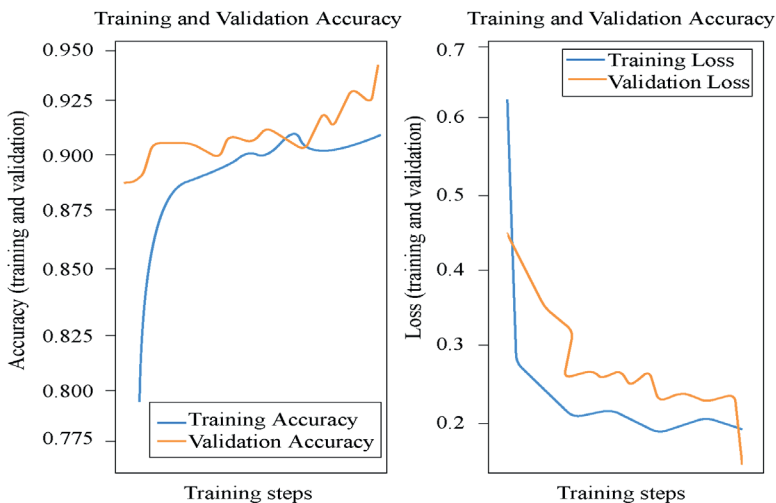
Ауруды емдеу үшін жеміс жапырақтарын пісудің бірінші кезеңінде өңдеуге болады. 5-суретте алманың сау және ауру сорттары, әр бақшадағы ең көп таралған жеміс түрлері көрсетілген. Тәжірибе негізінде 20 000 суреттер жинағы қарастырылды. Терең оқыту әдістерінің тиімділігін көру үшін олар

дәстүрлі машиналық оқытудың классификация әдістеріне қарсы оқытылды. Бұл жұмыста мобильді қосымшаны әзірлеу кезінде терең оқыту үлгілері үшін TensorFlow және деректерді сақтау үшін FireBase пайдаланылды. Төмендегі 6-суретте мобильді қосымшаның жұмыс архитектурасы көрсетілген.



Сур. 6. Мобильді қосымшаның архитектурасы
(Fig. 6. The architecture of the mobile application)

Әдістердің талаптарына сәйкес әрбір сурет алдын ала өңделген. Төмендегі 7-суретте осы құжатта қарастырылған оқу және сынақ деректер жиынының дәлдігі мен жоғалуының графигі көрсетілген.



Сур. 7. Дәлдік графигі
(Fig. 7. Graph of Accuracy)

Inception v3 әдісімен оқыту кезінде терең оқытудың дәлдігі 92,5 %, ал тестілеу кезінде 94 % құрады. Бұл модельге сәйкес, жаттығу кезіндегі жоғалтулар шамамен 8 %, ал тестілеу кезінде – 6 % болды. 7-суретте әзірленген мобильді қосымшаның интерфейсі көрсетілген.

Қорытынды

Бұл жұмыста көптеген кәдімгі бақша жемістері мен көкөністерінің 23102 алдын ала дайындалған деректер жиынтығы қалыпты өсімдіктер мен ауру түрлері ретінде оқытылды. Кескінді жіктеу әдістері ретінде Decision Tree, Random Forest, Naïve Bayes және VGG19, Inception v3 сияқты терең оқыту әдістерінің машиналық оқыту әдістерінің тиімділігі талданды. Тәжірибе нәтижесінде әрбір модельдің шамамен дәлдігі анықталды. Жасалған мобильді қосымша кросс-платформалық, яғни кез келген гаджетпен жұмыс істеуге болады. Мобильді қосымшаның көмегімен пайдаланушы нақты уақыт режимінде галереяда сақталған фотосуреттерден немесе камераны пайдалана отырып, өсімдіктердің түрін және ондағы аурулардың бар-жоғын анықтай алады. Inception v3 алгоритмі арқылы модельді оқыту нәтижесі 93 % құрады. Қарастырылған әдістердің ішіндегі ең оңтайлысы болып табылады. Анықталған ауру түріне қарай дер кезінде емделуге болады. Пайдаланушы мобильді қосымшада анықталған пайыздың нәтижесіне қарай тиісті әрекетті жасай алады. Орындалған мобильді қосымша қарапайым және пайдаланушыға түсінікті.

ӘДЕБИЕТТЕР

Авалудин М. және Ясин В. (2020). Өсімдіктерді Жіктеу Үшін OpenCV Кітапханасында Бағдарланған Жылдам Және Айналымалы Қысқаша Сипаттаманы (Orb) Және Өрескел Хамминг Күшін Қолдану. JISAMAR (Ақпараттық жүйелер, қолданбалы менеджмент, бухгалтерлік есеп және зерттеулер журналы), — 4 (3). — 51–59 б.

Бургер В., және Бердж М.Дж. (2022). Масштабты инвариантты нысанды түрлендіру (SIFT). Сандық кескінді өңдеуде: алгоритмдік кіріспе. — 709–763 б. Чам: "Спрингер" халықаралық баспасы.

Валеча Х., Варма А., Харе И., Сачдева А. және Гоял М. (2018). Кездейсоқ орман алгоритмін қолдана отырып, тұтынушылардың мінез-құлқын болжау. — 2018 жылы Уттар-Прадеште электротехника, электроника және есептеу техникасы (UPCON) бойынша IEEE секциясының 5-ші Халықаралық конференциясы өтеді. — 1–6 б. IEEE.

Голенко Ю., Исмаилова А., Шаушенова А., Айнагулова А., Низагараева А. (2022). Акуыз функциясын болжау үшін қолайлы модельді анықтау үшін машиналық оқыту модельдерін енгізу. Шығыс еуропалық корпоративтік технологиялар журналы, — 5. — Рр. 4–119. — 42–49.

Моханти А., Нам А., Пожитков А., Янг Л., Шривастава С., Натан А. және Сальгия Р. (2020). Интегрин β4/Паксиллин осін қамтитын генетикалық емес механизм өкпенің қатерлі ісігіндегі химияға төзімділікке ықпал етеді. Iscience, — 23 (9). — 101496.

Мэттью А., Амудха П. және Сивакумари С. (2021). Терең оқыту әдістері: шолу. Машиналық оқытудың озық технологиялары мен қосымшалары: Amlta материалдары — 2020. — Рр. 599–608. DOI: 10.1007/978-981-15-3383-9_54.

Оразьева А., Войчик В., Павлов С., Тимченко Л., Кокряцка Н., Твердомед В. және Семенова Л. (2022). Контурды дайындауға негізделген биомедициналық кескіндерді сегменттеу әдісі. Астрономиядағы, коммуникациядағы, өнеркәсіптегі және жоғары энергетикалық физикадағы эксперименттердегі фотоника қосымшаларында — 2022. — Том. 12476. — 21–26 б. Тыншы.

Рахмад К., Асмара Р.А., Путра Д.Р.Х., Дхарма И., Дармоно Х. және Мухиккин И. (2020). Виола-Джонс хаардың каскадты классификаторы мен бетті тану үшін бағдарланған градиент гистограммасын (HOG) салыстыру. ИОР конференциялар сериясында: материалтану және инженерия. — Т. 732. — № 1. — 012038 б. ИОР баспасы.

Тусупов Дж., Ла Л. және Муханова А. (2014). Нейрондық желі жүзеге асыратын бұлыңғыр синтетикалық бағалау әдісінің моделі. Инт. Джей Мэт. Үлгі. Әдістер қолданылады. — Ғылым, 8, — 103–106.

Хамид З., Захия С., Гарсия-Запирин Б., Хавьер Агирре Дж. және Мария Ванегас А. (2020). Терең оқыту үлгілерінің жиынтығын пайдалана отырып, сүт безі обырының гистопатологиялық бейнелерін жіктеу. Датчиктер, — 20 (16), — 4373.

Хан М., Ян Б., Фарман Х., Ахмад Дж., Фарман Х. және Ян З. (2019). Терең оқыту әдістері мен қосымшалары. Терең оқыту: үлкен деректерді талдаумен конвергенция. — Рр. 31–42. DOI: 10.1007/978-981-13-3459-7_3

Чен С., Уэбб Г.И., Лю Л. және Ма Х. (2020). Жаңа таңдамалы аңғал Байес алгоритмі. Білімге негізделген жүйелер, — 192, — 105361.

Шарбути Б. және Абдулазиз А. (2021). Машиналық оқыту шешімдерінің ағаш алгоритміне негізделген жіктеу. Қолданбалы ғылым мен техниканың тенденциялары журналы, — 2 (01). — Рр. 20–28.

Ян Дж., Хуан Дж., Цзян З., Донг С., Тан Л., Лю Ю. және Чжоу Л. (2020). SIFT көмегімен сандық кескіндердің траекторияға тәуелсіз корреляциясы параллельді есептеу арқылы жеделдетіледі. Техникадағы Оптика және лазерлер, — 127, — 105964.

REFERENCES

Awaludin M. & Yasin V. (2020). Application of oriented fast and rotated brief (Orb) and brute force hamming in library opencv for classification of plants. *JISAMAR (Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research)*, — 4(3). — Pp. 51–59.

Burger W. & Burge M.J. (2022). Scale-invariant feature transform (SIFT). In *Digital Image Processing: An Algorithmic Introduction*. — Pp. 709–763. Cham: Springer International Publishing.

Charbuty B. & Abdulazeez A. (2021). Classification based on decision tree algorithm for machine learning. *Journal of Applied Science and Technology Trends*. — 2(01). — Pp. 20–28.

Chen S., Webb G.I., Liu L. & Ma X. (2020). A novel selective naïve Bayes algorithm. *Knowledge-Based Systems*. — 192. — 105361.

Golenko Y., Ismailova A., Shaushenova A. & Ainagulova A., Naizagarayeva A. (2022). Implementation of machine learning models to determine the appropriate model for protein function prediction. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, — 5(4–119). — Pp. 42–49.

Hameed Z., Zahia S., Garcia-Zapirain B., Javier Aguirre J. & Maria Vanegas A. (2020). Breast cancer histopathology image classification using an ensemble of deep learning models. *Sensors*, — 20(16). — 4373.

Khan M., Jan B. & Farman H. (2019). *Deep learning: convergence to big data analytics*. — Pp. 31–42. Singapore: Springer.

Khan M., Jan B., Farman H., Ahmad J., Farman H. & Jan Z. (2019). Deep learning methods and applications. *Deep learning: convergence to big data analytics*. — Pp. 31–42. DOI: 10.1007/978-981-13-3459-7_3.

Mathew A., Amudha P. & Sivakumari S. (2021). Deep learning techniques: an overview. *Advanced Machine Learning Technologies and Applications: Proceedings of AMLTA 2020*. — Pp. 599–608. DOI: 10.1007/978-981-15-3383-9_54.

Mohanty A., Nam A., Pozhitkov A., Yang L., Srivastava S., Nathan A. & Salgia R. (2020). A Non-genetic mechanism involving the integrin $\beta 4$ /Paxillin Axis contributes to chemoresistance in lung Cancer. *Iscience*. — 23(9). — 101496.

Orazayeva A., Wójcik W., Pavlov S., Tymchenko L., Kokriatska N., Tverdomed V. & Semenova L. (2022, December). Biomedical image segmentation method based on contour preparation. In *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments — 2022*. — Vol. 12476. — Pp. 21–26. SPIE.

Rahmad C., Asmara R.A., Putra D.R.H., Dharma I., Darmono H. & Muhiqqin I. (2020). Comparison of Viola-Jones Haar Cascade classifier and histogram of oriented gradients (HOG) for face detection. In *IOP conference series: materials science and engineering*. — Vol. 732 — No. 1. — Pp. 012038. IOP Publishing.

Tussupov J., La L. & Mukhanova A. (2014). A model of fuzzy synthetic evaluation method realized by a neural network. *Int. J. Math. Model. Methods Appl. — Sci*, 8. — Pp. 103–106.

Valecha H., Varma A., Khare I., Sachdeva A. & Goyal M. (2018, November). Prediction of consumer behaviour using random forest algorithm. In *2018 5th IEEE Uttar Pradesh section international conference on electrical, electronics and computer engineering*. — UPCON. — Pp. 1–6. IEEE.

Yang J., Huang J., Jiang Z., Dong S., Tang L., Liu Y. & Zhou L. (2020). SIFT-aided path-independent digital image correlation accelerated by parallel computing. *Optics and Lasers in Engineering*. — 127. — 105964.

ӨЖ 004.931

©**A.K. Kassymova**¹, **M.B. Yessenova**^{2*}, **M.U. Khudoyberganov**³,
A.B. Ostayeva⁴, **M.G. Baibulova**², 2023

¹Zhangir khan West Kazakhstan Agrarian-technical University,
Uralsk, Kazakhstan;

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

³Myrza Ulykbek National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan;

⁴Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan.

E-mail: moldir_11.92@mail.ru

APPLICATION OF DEEP LEARNING ALGORITHMS FOR CLASSIFICATION OF DISEASES OF AGRICULTURAL CROPS

Kassymova Akmaral — associate Professor, Candidate of Pedagogical Sciences, Agrarian-Technical University of Western Kazakhstan University named after Zhangir Khan, Uralsk, Kazakhstan
E-mail: kasimova_ah@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4614-4021>;

Yessenova Moldir — doctoral student of the Department of Information Systems of the Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan, st. Satpaeva, 2, 010000
E-mail: moldir_11.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2644-0966>;

Khudoyberganov Mirzoali — associate Professor, National University of Uzbekistan named after Myrza Ulykbek, Tashkent, Uzbekistan
E-mail: mirzoali@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0830-8902>;

Ostayeva Aiymkhan — senior lecturer of the educational program "Informatics and information and communication technologies" of Kyzylorda University named after Ata Korkyt, Kyzylorda, Kazakhstan
E-mail: aimak73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3361-2022>;

Baibulova Makbal — senior Lecturer, Department of Information Systems, Eurasian National University named after L.N. Gumileva, Astana, Kazakhstan
E-mail: m_gabbasovna@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2513-5506>.

Abstract. Application of deep learning algorithms for classification of plant diseases is one of the promising directions in agrotechnology. This is due to the need to quickly and accurately identify plant diseases, which allows for timely measures to treat them and prevent their spread. One of them is to increase productivity and maintain the quality of land by timely detection of diseases and pests in agriculture and their elimination. Traditional classification methods in machine learning and algorithms in deep learning were compared to highlight the high accuracy of identifying pests and crops. The advantages and disadvantages of each model considered during training were taken into account, and the Inception

v3 algorithm was included in the application. They can monitor the condition of crops daily using new technology — applications on gadgets. Aerial photographs used by research institutes and agricultural grain centers do not show changes in agricultural grains, ie diseases and pests. Therefore, the method proposed in this work identifies the types of diseases and pests of grain crops through a mobile application and offers ways to deal with them.

Keywords: classification, clustering, deep learning, image processing, machine learning, plant diseases

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

© А.Х. Касимова¹, М.Б. Есенова^{2*}, М.У. Худойберганов³, А.Б. Остаева⁴,
М.Г. Байбулова², 2023

¹Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті,
Орал, Қазақстан;

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

³Мырза Ұлықбек атындағы Өзбекстан ұлттық университеті,
Ташкент, Өзбекстан;

⁴Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан.
E-mail: moldir_11.92@mail.ru

ДАҚЫЛДАРДЫҢ АУРУЛАРЫН ЖІКТЕУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІН ҚОЛДАНУ

Касимова Акмарал Хамзиевна — қауымдастырылған профессор, педагогика ғылымдарының кандидаты, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Орал Қазақстан

E-mail: kasimova_ah@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4614-4021>;

Есенова Молдир Балкаировна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының докторанты, Астана, Қазақстан

E-mail: moldir_11.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2644-0966>;

Худойберганов Мирзоали Уразалиевич — доцент, Мырза Ұлықбек атындағы Өзбекстан ұлттық университеті, Ташкент, Өзбекстан

E-mail: mirzoali@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0830-8902>;

Остаева Айымхан Батырхановна — Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің «Информатика және ақпараттық-коммуникациялық технологиялар» білім беру бағдарламасының аға оқытушысы, Қызылорда, Қазақстан

E-mail: aimak73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3361-2022>;

Байбулова Макбал Габбасовна — аға оқытушы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасы, Астана, Қазақстан

E-mail: m_gabbasovna@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2513-5506>.

Аннотация. Өсімдіктердің ауруларын классификациялау үшін терең оқыту алгоритмдерін қолдану агротехнологиядағы перспективті бағыттардың бірі болып табылады. Бұл өсімдік ауруларын тез және дәл анықтау қажеттілігіне байланысты, бұл оларды емдеуге және олардың таралуын

болдырмауға дер кезінде шаралар қабылдауға мүмкіндік береді. Соның бірі — ауыл шаруашылығындағы аурулар мен зиянкестерді дер кезінде анықтап, оларды жою арқылы өнімділікті арттыру, жердің сапасын сақтау. Зиянкестер мен ауылшаруашылық дақылдарын анықтаудың жоғары дәлдігін атап өту үшін машиналық оқытудағы дәстүрлі жіктеу әдістері мен терең оқытудағы алгоритмдер салыстырылды. Оқыту барысында қарастырылған әрбір модельдің артықшылықтары мен кемшіліктері ескеріліп, Inception v3 алгоритмі қосымшаға енгізілді. Олар жаңа технология – гаджеттердегі қосымшалар арқылы дақылдардың жағдайын күнделікті бақылай алады. Ғылыми-зерттеу институттары мен ауыл шаруашылығы астық орталықтары пайдаланатын аэрофотосуреттерде ауыл шаруашылығы дәндерінде болатын өзгерістер, яғни аурулар мен зиянкестер көрсетілмейді. Сондықтан бұл жұмыста ұсынылған әдіс мобильді қосымша арқылы дәнді дақылдардың аурулары мен зиянкестерінің түрлерін анықтап, олармен күресу жолдарын ұсынады.

Түйін сөздер: классификация, кластерлеу, терең оқыту, суреттерді өңдеу, машинамен оқыту, өсімдік аурулары

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

© А.Х. Касимова¹, М.Б. Есенова^{2*}, М.У. Худойберганов³, А.Б. Остаева⁴,
М.Г. Байбулова², 2023

¹Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана,
Уральск, Казахстан;

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

³Национальный университет Узбекистана имени Мырзы Улыкбека,
Ташкент, Узбекистан;

⁴Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан.
E-mail: moldir_11.92@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ БОЛЕЗНЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Касимова Акмарал Хамзиевна — ассоциированный профессор, кандидат педагогических наук, Аграрно-технический университет Западно-Казахстанского университета имени Жангир хана, Уральск, Казахстан

E-mail: kasimova_ah@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4614-4021>;

Есенова Молдир Балканровна — докторант кафедры информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, 010000 ул. Сатпаева, 2, Астана, Казахстан
E-mail: moldir_11.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2644-0966>;

Худойберганов Мирзоали Уразалиевич — доцент, Национальный университет Узбекистана имени Мырзы Улыкбека, Ташкент, Узбекистан

E-mail: mirzoali@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0830-8902>;

Остаева Айымхан Батырхановна — старший преподаватель образовательной программы «Информатика и информационно-коммуникационные технологии» Кызылординского университета имени Ата Коркыта, Кызылорда, Казахстан
E-mail: aimak73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3361-2022>;

Байбулова Макбал Габбасовна — старший преподаватель кафедры информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: m_gabbasovna@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-2513-5506>.

Аннотация. Применение алгоритмов глубокого обучения для классификации болезней растений является одним из перспективных направлений в агротехнологиях. Это связано с необходимостью быстрого и точного выявления болезней растений, что позволяет своевременно принять меры по их лечению и предотвратить их распространение. Один из них — повышение продуктивности и сохранение качества земель путем своевременного выявления болезней и вредителей в сельском хозяйстве и их ликвидации. Авторы сравнили традиционные методы классификации в машинном обучении и алгоритмы в глубоком обучении, чтобы подчеркнуть высокую точность идентификации вредителей и сельскохозяйственных культур. Были учтены преимущества и недостатки каждой рассматриваемой при обучении модели и в приложение включен алгоритм Inception v3. При помощи приложений на гаджетах можно ежедневно следить за состоянием посевов. Аэрофотоснимки, используемые научно-исследовательскими институтами и сельскохозяйственными зерновыми центрами, не показывают изменений в сельскохозяйственном зерне, т.е. болезней и вредителей. Поэтому предложенный в данной работе метод выявляет виды болезней и вредителей зерновых культур через мобильное приложение и предлагает способы борьбы с ними.

Ключевые слова: классификация, кластеризация, глубокое обучение, обработка изображений, машинное обучение, болезни растений

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Жаңа технологияларды дамытудың арқасында ауыл шаруашылығындағы дрондардың көмегімен фермерлер егістің жай-күйі мен әрбір нақты дақыл туралы ақпаратқа қол жеткізе алады. Бірақ жеке фермерлер мен шағын ауылшаруашылық орталықтарының дрон сатып алуға мүмкіндіктері жоқ. Сондықтан, қолжетімді мобильді қосымшаның көмегімен және жеке шаруаларға тиесілі шағын учаскелер үшін ұсынылған әдіс тиімді. Алдын ала дайындалған деректер базасында 90 893 сурет оқытылды. Олардың ішінде, мысалы, жүгері (Иу, 2021), бидай (Лу, 2017), сұлы (Паудель, 2021), бұршак (Перейра, 2019), бұршак (Парих, 2021) және басқа да дәнді дақылдар және олардың жиі кездесетін аурулары мен зиянкестері қарастырылды. Бұл жұмыста зерттеу нысаны объект пен үлгіні тану үшін терең оқыту алгоритмі

болып табылады. Зерттеу өсімдіктің қандай түріне жататынын анықтайтын, сондай-ақ ол туралы ақпарат беретін кросс-платформалық қосымшаны әзірлеуге бағытталған. Бұл жүйе нақты уақыт режимінде түсірілген немесе гаджет деректер қорында сақталған фотосуретке сәйкес «өсімдік ауруларын анықтаушы» негізгі функциясын қамтамасыз етеді. Объектіні тану қосымшасын жасау кезінде бірнеше маңызды міндеттерді шешу қажет болды. Бірінші тапсырма - мүмкіндіктерді өлшеу немесе есептеу әдісін таңдау, ал екінші тапсырма — алынған мәліметтерді көрсетумен байланысты. Әрбір мүмкіндік бойынша нәтижені анықтаудың күрделілігі мен дәлдігін ескере отырып, танылатын кескіндер үшін мүмкіндіктердің максималды санын таңдау қажет.

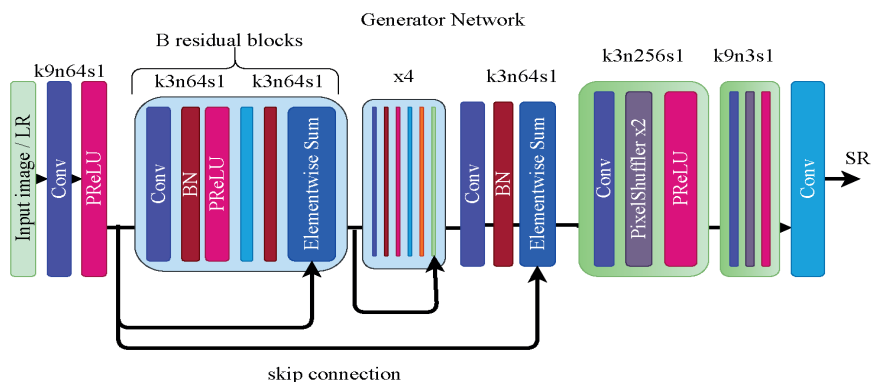
Деректер базасындағы суреттер климаттық жағдайларға байланысты аурулар мен зиянкестердің түрлеріне байланысты емес. Яғни, барлық ықтимал дақылдарда кездесетін аурулар мен зиянкестердің көптеген түрлері зерттелді. (Рабби, 2020; Сю, 2020; Ми, 2019) нысандарын жетілдіру және олардың сапасын арттыру түрлі қолданбалы тапсырмаларда, атап айтқанда, ауыл шаруашылығы саласында өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Сондықтан, бұл жұмыс сенімділікті арттыруға және қателер санын азайтуға бағытталған машиналық оқыту әдісінің модификацияланған түрін қарастырады. Түрлі гаджеттердің камера ажыратымдылығына байланысты кескінді үлкейткен кезде сурет сапасы нашарлайтыны байқалды. Бұл мәселені шешу үшін кескіндердегі объектілерді масштабтау мен жақсартуды автоматтандыру үшін машиналық оқыту әдістері қолданылды. Бұл жұмыстың басқа жұмыстардан айырмашылығы - кескін сапасын сақтай отырып, ұлғайту нәтижесінің классификациясы.

(Нихита, 2019) аурудың сатысын танып, соған сәйкес жіктейтін қолдануға оңай құрал әзірледі. Зерттеушілер тек Inception V3 пайдаланады, бірақ бұл жұмыста өсімдіктер ауруын анықтау дәлдігін жақсарту үшін және жіктеу үшін әдістердің комбинациясы (ESRGAN + ResNet52V2) + Inception v3 қолданылады. MNet: өзара байланысқан желі (Мешрам, 2021) Үндістанның «жақсы» және «нашар» сапа деп белгіленген ең жақсы жемістерінің 12 000 түрлі-түсті суреттерінен тұратын мәліметтер базасын жасап шығарды. InceptionV3 нұсқасын ең танымал терең оқыту үлгісінде ұсынылған құрылым ретінде сынау арқылы InceptionV3, FC_InceptionV3 және MFC_InceptionV3 үшін қайшылықтар мен нәтижелер алынады. Эксперимент нәтижелері MFC_InceptionV3 үлгісінің 99,92 % дәлдікке қол жеткізгенін көрсетеді. Осы зерттеушілер қол жеткізген нәтижелерге сүйене отырып, бұл жұмыста өсімдік ауруларының классификация дәлдігін анықтау үшін ESRGAN+ResNet52V2 комбинациясы InceptionV3 алгоритмі қолданылды. Бұл мақалада (Уквуома, 2022), авторлар жемістерді анықтау және жіктеу үшін терең оқытуды пайдалану моделі мен мәселесін жүзеге асыру үшін функционалдық сипаттамаларды пайдаланады. Авторлар сонымен қатар жаңадан бастаған агрономдарға ауыл

шаруашылығындағы терең білімнің рөлін түсінуге көмектесу үшін танымал Fruit 360 деректер жинағын пайдалана отырып, жемістерді нөлден бастап жіктеу үшін терең оқыту үлгісін енгізді.

Әдістер мен материалдар

Өте жоғары ажыратымдылықтағы жалғыз кескін (SISR) — ажыратымдылығы төмен (LR) кескіннен жоғары ажыратымдылықтағы (HR) кескінді қалпына келтіретін компьютерлік көру тапсырмасы. Гаджеттік камералар, компьютерлер және спутниктік суреттер сияқты әртүрлі көздерден алынған суреттер әрқашан жоғары ажыратымдылықта бола бермейтінін ескерсек. Сондықтан маңызды мәселелерді шешу үшін қолданылатын кескіндердің сапасын арттыру, мысалы, өсімдік ауруын анықтау жаңа технологияларды қолдануды талап етеді. Бұл жұмыста 1-суретте көрсетілген архитектураға сәйкес өсімдік ауруларын анықтау үшін күшейтілген жоғары ажыратымдылықтағы генеративті қарсылас желі модулі (бұдан әрі ESRGAN) негізінде (Цзян, 2021; Фири, 2020; Ван, 2018) генеративті қарсылас желі (GAN) құрылымына негізделген (Гу, 2020) 1-сурет қосылды.

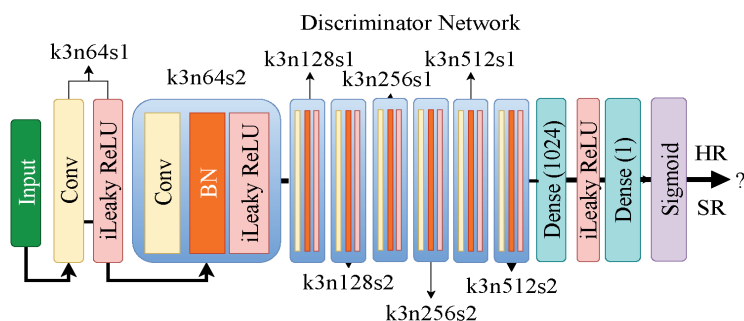


Сур. 1. Жетілдірілген жоғары ажыратымдылық GAN модулінің архитектурасы
(Fig. 1. Enhanced super resolution GAN module architecture)

Конволюциялық нейрондық желілер (CNN) әдісі ретінде кескіндерді жақсартуға мүмкіндік беретін ResNet152V2 әдісі қолданылды. Тәжірибе нәтижесінде ResNet152V2 әдісімен алынған кескіннің сапасы айтарлықтай жақсарды. Нейрондық желілер арқылы кескін сапасын жақсарту мәселесін шешуде таңдау CNN пайдасына жасалды, өйткені олар кескінді жақсарту тапсырмаларын орындауда басқаларға қарағанда жақсы. Құрылымдық сандық деректер модельді одан әрі пайдалану үшін үйретуге көмектеседі, ал терең оқыту адамның араласуын қажет етпейді, оқыту үшін бөлінген деректерді оқыту кезінде әдістер қабаттар мен сүзгілерді пайдаланып мүмкіндіктерді өздігінен анықтайды. Бастапқы 3-нұсқа симметриялы және асимметриялық құрылыс блоктарынан тұрады, соның ішінде конвульсиялар, орташа біріктіру, шындарды біріктіру, біріктіру, жою және толығымен қосылған қабаттар

2-сурет. Пакеттік қалыпқа келтіру модельде кеңінен қолданылады және белсендіру кірістеріне қолданылады.

Заманауи технологиялардың көмегімен күнделікті кездесетін мәселелер шешіледі. Соның бірі — мәдени өсімдіктердің жағдайын бақылау. Бұл жұмыста жеміс-жидектерден жақсы өнім алу үшін олардың өсуі кезінде ауруларды анықтау және алдын алу ұсынылады. Тапсырмаларды шешу үшін кескінді жақсарту үшін машиналық оқыту әдістері қарастырылды және өсімдік аурулары бойынша жіктеу үшін Inception v3 терең оқыту алгоритмі қолданылды.



Сур. 2. Inception v3 конволюциялық нейрондық желі архитектурасы
(Fig. 2. Inception v3 convolutional neural network architecture)

Нәтижелер және оларды талқылау

Әр елдің климаттық жағдайына байланысты дақылдарда кездесетін аурулар мен зиянкестердің түрлері әртүрлі болуы мүмкін. Сондықтан бұл жұмысқа бір емес бірнеше облыстар қатысады, алдын ала деректер базасына қазіргі уақытта белгілі дақылдар мен олардың ауруларының түрлері енгізілген. Жаттығу деректер жинағы Kaggle ашық қолжетімділік дерекқорынан алынған 30 542 алдын ала дайындалған кескін жиынын қамтиды. 3-суретте ең көп таралған дақылдардың сау және ауру сорттары, яғни 3(а)-суретте көрсетілгендей бидайдың зақымдалған жапырағы, 3(б) суретте көрсетілгендей күріштің зақымдалған жапырағы, көрсетілгендей жүгерінің зақымдалған жапырағы көрсетілген. 3(в) суретте көрсетілгендей бидайдың сау жапырағы

3(г) суреті. Оның ішінде бидай – 5215, картоп – 4793, күріш – 3719, жүгері – 3534, сұлы – 3518, бұршақ – 1946, бұршақ – 1983, зығыр – 3200, соя – 1785, қант қызылшасы – 79.

Бұл жұмыста 1-суретте көрсетілген архитектурасы бойынша ауылшаруашылық дақылдары мен олардың ауру түрлерінің кескіндері бойынша машиналық оқыту орындалды. Эксперимент барысында мәліметтер қорындағы кескіндердің сапасын жақсартпай оқыту кезінде нәтиженің дәлдігі, орташа, өте төмен, яғни 85 %. Кескін сапасын жақсарту үшін GAN үлгісінен басқа ResNet52V2 алгоритмі оқытылды және Inception v3 жіктеу алгоритмін қолдану арқылы қайта оқыту нәтижесінде алынған нәтиженің

дәлдігі орташа есеппен 98 %. Қолданбаны іске қосу үшін суретті жүктеп салу түрін таңдау керек. Пайдаланушылар суретті галерея арқылы жүктей алады немесе смартфонның камералары арқылы суретке түсіре алады. Осылайша, 4-суретте көрсетілгендей кескін сапасын жақсарту функциясын орындайтын ESRGAN әдісімен бірінші оқытылған GAN негізіндегі модель арқылы өтетін кіріс кескіні енгізіледі. Жоғары сапалы кескінді алғаннан кейін сызба беріледі. InceptionV3 әдісімен екінші оқытылған CNN негізіндегі модель арқылы, ол өз кезегінде бидай, күріш және жүгері сияқты дақылдардың ауруларын анықтау үшін жіктеуді жүзеге асырады. Модельдерді тапсырғаннан кейін кез келген өсімдік ауруы үшін пайыздық болжам беріледі.

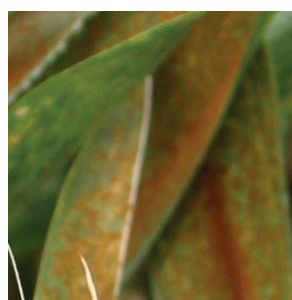
Тәжірибе негізінде 30542 сурет жинағы зерттелді. Аурудың даму ықтималдығын көру үшін модель Resnet152v2 әдісін жетілдірумен және онсыз жабдықталған. Түпнұсқа кескін үлгі талаптарына сәйкес алдын ала өңделген. Суретте 5-суретте Inception V3 алгоритмі үшін оқу қисықтары, яғни 5(а) суретіндегі дәлдік графигі және осы мақалада болжанған 5(б) суретіндегі тестілеуге арналған деректерді жоғалту сызбасы көрсетілген.



(a)



(б)



(в)

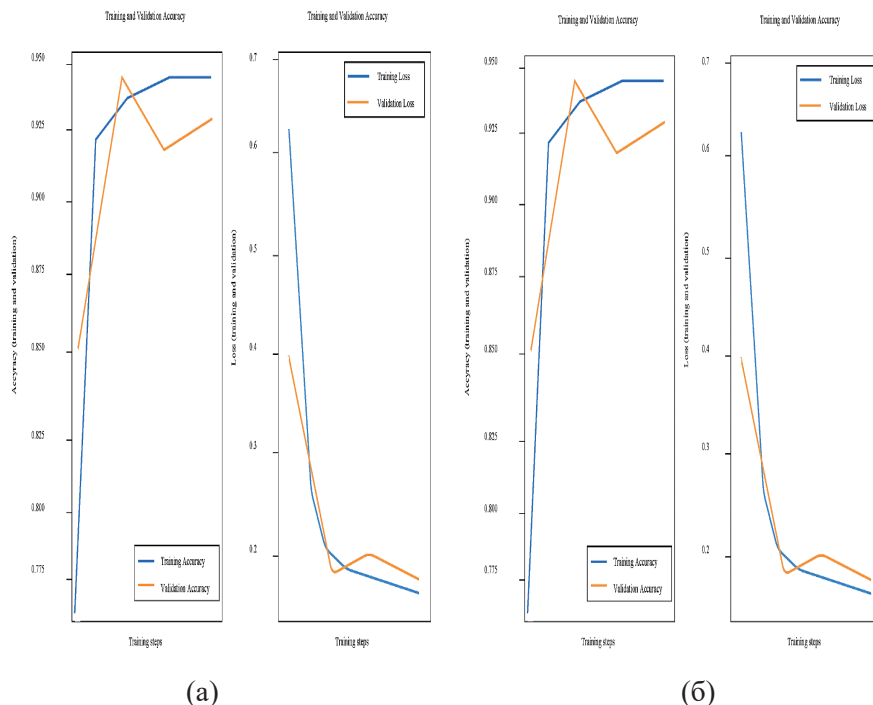


(г)

Сур. 3. Өсімдік жапырақтарының түпнұсқа суреттері (а) зақымдалған бидай жапырағы, (б) зақымдалған күріш жапырағы, (в) зақымдалған жүгері жапырағы және (г) бидайдың сау жапырағы

(Fig. 3. Original images of plant leaves (a) affected leaf of wheat, (b) affected leaf of rice, (c) affected leaf of corn, and (d) healthy leaf of wheat)

InceptionV3 бастапқыда 30542 кескінді қамтитын алдын ала дайындалған деректер жиынында оқытылды. Inception v3 әдісімен оқыту кезінде терең оқытудың дәлдігі 94 %, ал тестілеу кезінде 92 % құрады. Бұл модельге сәйкес, жаттығу кезіндегі жоғалтулар шамамен 6 %, ал тестілеу кезінде – 8 % болды..



Сур. 4. Бастапқы V3 оқу нәтижесі: дәлдік сызбасы (a) және жоғалту сызбасы(б)
 (Fig. 4. The result of learning Inception V3: accuracy plot (a) and loss plot(b))

Қорытынды

Деректер алдын ала дайындалған және өте жоғары ажыратымдылықтағы жетілдірілген генеративті қарсылас желі үлгілерімен үйретілген және ResNet152V2 CNN-мен біріктірілген. CNN біріктірілген зерттеу жоғары дәлдік көрсеткіштерін көрсетті. Яғни, ESRGAN алгоритмін CNN-мен бірлесіп қолдану ESRGAN + ResNet152V2 + Inception v3 - Inception v3 – 86 % қарағанда 94 % дәлдікті көрсетті. Бұл жұмыста көптеген кең таралған дақылдардың түрлері мен олардың аурулары туралы алдын ала дайындалған 30 542 деректер жиынтығы енгізілген. Кескінді жіктеу әдістері ретінде Inception v3 сияқты терең оқыту әдісінің өнімділігі талданды. Кескінді жақсарту үшін көптеген ғылыми зерттеулер ESRGAN моделін пайдаланады. Біздің жұмысымызда қолданыстағы ESRGAN үлгісіне CNN қосылды және Inception v3 терең оқыту әдісінің өзінен жақсы нәтижеге қол жеткізілді. Мобильді қосымшаның көмегімен пайдаланушы галереяда сақталған фотосуреттерден немесе нақты уақыт режимінде камераны пайдалана отырып, егіннің түрін және ондағы

аурулардың бар-жоғын анықтай алады. Алдағы уақытта облыстың климаттық жағдайын, қоршаған ортаның өзгеруін, ауыл шаруашылығы саласындағы ғылыми жаңалықтарды ескере отырып, ауыл шаруашылығы дақылдарының жаңа түрлері мен олардың ауруларын мәліметтер базасына енгізетін боламыз..

ӘДЕБИЕТТЕР

Ван Х. және т.б. (2018). Esrgan: жоғары ажыратымдылықтағы кеңейтілген генеративті қарсыласу желілері // еуропалық компьютерлік көру конференциясының (ECCV) семинар материалдары. — 2018. Doi: 10.1007/978-3-030-11021-5_5.

Гу Дж, Шен Ю, Чжоу Б. (2020). Көп кодты gan ргіог көмегімен кескіндерді өңдеу //IEEE/cvf компьютерлік көру және үлгіні тану конференциясының материалдары. — 2020. — С. 3012–3021. Doi: 10.1109/CVPR42600.2020.00308.

Иу Х. және т.б. (2021). K-means және терең оқыту кластеріне негізделген жүгері жапырағы ауруларының диагностикасы // IEEE Access. — 2021. — Т. 9. — С. 143824–143835. Doi:10.1109 / кіру.2021.3120379.

Лу Дж. және т.б. (2017). Даладағы бидай ауруларын диагностикалаудың автоматты жүйесі / ауыл шаруашылығындағы Компьютерлер мен электроника. — 2017. — Т. 142. — С. 369–379. Doi: 10.1016/j.compag.2017.09.012.

Мешрам В.А., Патил К., Рамтеке С.Д. (2021). MNet: жеміс кескіндерінің қате жіктелуін азайтуға арналған құрылым // INF жүйелерінің инженериясы. — 2021. — Т. 26. — №. 2. — С. 159–170. Doi: 10.18280/isi.260203.

Ми Л., Чен З. (2020). қашықтықтан зондтау кескіндерін семантикалық сегментациялау үшін суперпиксельді терең нейрондық орман //Isprs Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. — 2020. — Т. 159. — С. 140–152, doi: 10.1016/j.isprs.2019.11.006.

Нихита М., Шри С.Р., Махесвари Б.В. (2019). inception v3 моделін қолдана отырып, жемістерді тану және ауруларды анықтау дәрежесі // 2019 электроника, байланыс және аэроғарыштық технологиялар бойынша 3-ші халықаралық конференция (ICECA). — IEEE, — 2019. — С. 1040–1043. Doi: 10.1109/ICECA.2019.8822095.

Парих Л., Агиндотан Б.О., Берроуз М.Е. (2021). бұршақ дақылдарының қоздырғыштарына қарсы өсімдік тектес эфир майларының саңырауқұлаққа қарсы белсенділігі //өсімдік аурулары. — 2021. — Т. 105. — №. 6. — С. 1692–1701. Doi: 10.1094 / PDIS-06-20-1401- қайта.

Паудель Д. және т.б. (2021). Сұлы пайдалы қасиеттеріне шолу // Азық-түлік. — 2021. — Т. 10. — №. 11. — С. 2591. Doi: 10.3390/foods10112591.

Перейра Р. және т.б. (2019). Бұрыштық жапырақ дақтарының ауырлық дәрежесі бойынша фенотиптеу және оның тұрақтылық үшін қарапайым бұршақты өсіру үшін маңызы //Scientia Agrícola. — 2019. — Т. 76. — С. 415–423. Doi: 10.1590/1678-992x-2017-0394.

Рабби Дж. және т.б. (2020). Gan арқылы қашықтықтан зондтау кескіндеріндегі шағын нысандарды және кеңейтілген жиектерді анықтау желісін анықтау // қашықтықтан зондтау. — 2020. — Т. 12. — №. 9. — С. 1432. Doi: 10.3390/RS12091432.

Сю К. және т.б. (2020). Декомпозиция және жақсарту арқылы аз жарық кескіндерін қалпына келтіруді үйрену //IEEE/cvf компьютерлік көру және үлгіні тану конференциясының материалдары. — 2020. — С. 2281–2290. Doi: 10.1109/CVPR42600.2020.00235.

Уквуома К.С. және т.б. (2022). Терең оқыту әдістерін қолдана отырып, жемістерді анықтау мен жіктеудегі соңғы жетістіктер //инженериядағы математикалық мәселелер. — 2022. — С. 1–29. Doi: 10.1155/2022/9210947.

Фири Д. және т.б. (2020). Sentinel-2 өсімдік жамылғысын картаға түсіру және жерді пайдалану деректері: шолу // қашықтықтан зондтау. — 2020. — Т. 12. — №. 14. — С. 2291. Doi: 10.3390/rs12142291.

Цзян М. және т.б. (2021). FA-GAN: ультра ажыратымдылықтағы MPT кескіндерін алу үшін біріктірілген Мұқият генеративті қарсыласу желілері //компьютерленген медициналық бейнелеу және графика. —2021. — Т. 92. — С. 101969. Doi: 10.1016/j.compmedimag.2021.101969.

REFERENCES

- Yu H. et al. (2021). Corn leaf diseases diagnosis based on K-means clustering and deep learning // IEEE Access. — 2021. — T. 9. — Pp. 143824–143835. Doi: 10.1109/ACCESS.2021.3120379.
- Lu J. et al. (2017). An in-field automatic wheat disease diagnosis system //Computers and electronics in agriculture. — 2017. — T. 142. — Pp. 369–379. Doi: 10.1016/j.compag.2017.09.012.
- Paudel D. et al. (2021). A review of health-beneficial properties of oats //Foods. — 2021. — T. 10. — №. 11. — Pp. 2591. Doi: 10.3390/foods10112591.
- Pereira R. et al. (2019). Phenotyping for angular leaf spot severity and its implication in breeding common bean for resistance //Scientia Agricola. — 2019. — T. 76. — Pp. 415–423. Doi: 10.1590/1678-992x-2017-0394.
- Parikh L., Agindotan B. O., Burrows M.E. (2021). Antifungal activity of plant-derived essential oils on pathogens of pulse crops //Plant Disease. — 2021. — T. 105. — №. 6. — Pp. 1692–1701. Doi: 10.1094/PDIS-06-20-1401-RE.
- Rabbi J. et al. (2020). Small-object detection in remote sensing images with end-to-end edge-enhanced GAN and object detector network //Remote Sensing. — 2020. — T. 12. — №. 9. — Pp. 1432. Doi: 10.3390/RS12091432.
- Xu K. et al. (2020). Learning to restore low-light images via decomposition-and-enhancement // Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition. — 2020. — Pp. 2281–2290. Doi: 10.1109/CVPR42600.2020.00235.
- Mi L., Chen Z. (2020). Superpixel-enhanced deep neural forest for remote sensing image semantic segmentation //ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. — 2020. — T. 159. — Pp. 140–152. Doi: 10.1016/j.isprsjprs.2019.11.006.
- Nikhitha M., Sri S. R., Maheswari B.U. (2019). Fruit recognition and grade of disease detection using inception v3 model //2019 3rd International conference on electronics, communication and aerospace technology (ICECA). — IEEE, — 2019. — Pp. 1040–1043. Doi: 10.1109/ICECA.2019.8822095.
- Meshram V.A., Patil K., Ramteke S.D. (2021). MNet: A Framework to Reduce Fruit Image Misclassification //Ingénierie des Systèmes d Inf. — 2021. — T. 26. — №. 2. — Pp. 159–170. Doi: 10.18280/isi.260203.
- Ukwuoma C.C. et al. (2022). Recent advancements in fruit detection and classification using deep learning techniques //Mathematical Problems in Engineering. — 2022. — T. 2022. — Pp. 1–29. Doi: 10.1155/2022/9210947.
- Jiang M. et al. (2021). FA-GAN: Fused attentive generative adversarial networks for MRI image super-resolution //Computerized Medical Imaging and Graphics. — 2021. — T. 92. — Pp. 101969. Doi: 10.1016/j.compmedimag.2021.101969.
- Phiri D. et al. (2020). Sentinel-2 data for land cover/use mapping: A review //Remote Sensing. — 2020. — T. 12. — №. 14. — Pp. 2291. Doi: 10.3390/rs12142291.
- Wang X. et al. (2018). Esrgan: Enhanced super-resolution generative adversarial networks // Proceedings of the European conference on computer vision (ECCV) workshops. — 2018. Doi: 10.1007/978-3-030-11021-5_5.
- Gu J., Shen Y., Zhou B. (2020). Image processing using multi-code gan prior //Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition. — 2020. — Pp. 3012–3021. Doi: 10.1109/CVPR42600.2020.00308.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 209–223

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.230>

UDC 004.67, 311.218

© **A. Mukhiyadin¹, M. Mukasheva², U. Makhazhanova^{1*}, A. Mukhanova¹,
Zh. Lamasheva¹, 2023**

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

²National Academy of Education named after I. Altynsarin, Kazakhstan, Astana.

E-mail: amukhiyadin@gmail.com

STUDYING THE EFFECTS OF EXTREME DISTANCE EDUCATION ON STUDENTS USING SOFTWARE TOOLS

Ainur Mukhiyadin — Doctoral student of the Department of Information technology, Faculty of information technologies, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpaeva str. 8, 010000, Astana, Kazakhstan

E-mail: amukhiyadin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5576-7733>;

Manargul Mukasheva — Associate Professor, National Academy of Education named after I. Altynsarin, 010000, Astana, Kazakhstan

E-mail: mg.mukasheva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8611-8303>;

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

E-mail: makhazhan.ut@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5528-8000>;

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

E-mail: ayagoz198302@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3987-0938>;

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

E-mail: zhanarlb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9535-2636>.

Abstract. The COVID-19 pandemic has dramatically affected all aspects of human life, especially secondary education, which was unprepared for the transition to distance learning. The massive transition of schools to extreme distance learning (EDL) emphasized the need to analyze the experience of educational institutions in order to create favorable conditions for future learning formats. The purpose of this study is to identify scientifically based factors that had a significant impact on education in Kazakhstan schools during the distance learning regime due to the COVID-19 pandemic. The study used data from a survey conducted by the National Academy of Education named after Y. Altynsarin in 2020 for schools of the Republic of Kazakhstan. The target audience of the study included secondary

school students from 16 regions and cities of republican significance in Kazakhstan. In terms of territorial affiliation, the number of rural respondents was 17,169, urban — 18,080 people. Students from understaffed schools (700 people) also took part in the study. The number of respondents with Kazakh language of instruction was 20,622, with Russian — 14,749 people. Information data collection was carried out through an online survey of students using a methodologically verified structured questionnaire.

Keywords: COVID-19, big data, SPSS, extreme distance learning, social data, regression analysis, multinomial logistic regression, learning behavior

© А.Ұ. Мұхиядин¹, М.У. Мукашева², У.Т. Махажанова^{1*}, А.А. Муханова¹,
Ж.Б. Ламашева¹, 2023

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

²Ы. Алтынсарин атындағы ұлттық білім академиясы, Қазақстан, Астана.

E-mail: amukhiyadin@gmail.com

ПРОГРАММАЛЫҚ ҚҰРАЛДАР КӨМЕГІМЕН ЭКСТРЕМАЛДЫ ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДЫҢ ОҚУШЫЛАРҒА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Мұхиядин Айнұр Ұлықпанқызы — Докторант, Ақпараттық жүйелер кафедрасы, Ақпараттық технологиялар факультеті, Л.Н. Гумилева атындағы ЕҰУ, 010000, Сатпаева к-сі 2, Астана, Қазақстан

E-mail: amukhiyadin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5576-7733>;

Мукашева Манаргуль Умирзаковна — Доцент, Ы. Алтынсарин атындағы ұлттық білім академиясы, 010000, Мәңгілік ел даңғылы 8, Астана, Қазақстан;

E-mail: mg.mukasheva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8611-8303>;

Махажанова Улжан Танибергеновна — PhD, Ақпараттық жүйелер кафедрасы, Ақпараттық технологиялар факультеті, Л.Н. Гумилева атындағы ЕҰУ, 010000, Сатпаева к-сі 2, Астана, Қазақстан;

E-mail: makhazhan.ut@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5528-8000>;

Муханова Аягоз Асанбековна — PhD, Ақпараттық жүйелер кафедрасы, Ақпараттық технологиялар факультеті, Л.Н. Гумилева атындағы ЕҰУ, Сатпаева к-сі 2, 010000, Астана, Қазақстан;

E-mail: ayagoz198302@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3987-0938>;

Ламашева Жанар Бейбутовна — PhD, Ақпараттық жүйелер кафедрасы, Ақпараттық технологиялар факультеті, Л.Н. Гумилева атындағы ЕҰУ, Сатпаева к-сі 2, 010000, Астана, Қазақстан;

E-mail: zhanarlb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9535-2636>.

Аннотация. COVID-19 пандемиясы адам өмірінің барлық аспектілеріне, әсіресе қашықтан оқытуға көшуге дайын болмаған орта білімге қатты әсер етті. Мектептердің экстремалды қашықтықтан оқытуға (ЭҚО) жаппай көшуі болашақта оқыту форматтары үшін қолайлы жағдайлар жасау мақсатында білім беру мекемелерінің тәжірибесін талдау қажеттігін атап өтті. Зерттеудің мақсаты – COVID-19 пандемиясына байланысты қашықтықтан оқыту режимі кезінде қазақстандық мектептерде білім беруге елеулі әсер

еткен ғылыми негізделген факторларды анықтау. Зерттеу барысында 2020 жылы Ы. Алтынсарин атындағы Ұлттық білім беру академиясының Қазақстан Республикасының мектептеріне арналған сауалнама деректері қолданылды. Зерттеудің мақсатты аудиториясы Қазақстанның 16 облысы мен республикалық маңызы бар қалаларының жалпы білім беретін мектеп оқушылары болып табылады. Респонденттер аумақтық тиесілігі бойынша ауылдықтар саны – 17169, қалалықтар – 18080 адам. Зерттеуге кадрлармен қамтамасыз етілмеген мектептердің оқушылары да (700 адам) қатысты. Қазақ тілінде оқытатын респонденттердің саны – 20 622, орыс тілінде – 14 749 адам. Ақпаратты жинау әдіснамалық тексерілген құрылымдық сауалнаманы қолдану арқылы білімалушылардан онлайн сауалнама жүргізу арқылы жүзеге асырылды.

Түйін сөздер: COVID-19, үлкен деректер, SPSS, экстремалды қашықтықтан оқыту, әлеуметтік деректер, регрессиялық талдау, мультиномды логистикалық регрессия, оқу әрекеті

© А.У. Мухиядин¹, М.У. Мукашева², У.Т. Махажанова^{1*}, А.А. Муханова¹,
Ж.Б. Ламашева¹, 2023

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

²Национальная академия образования им. И. Алтынсарина,
Астана, Казахстан.

E-mail: amukhiyadin@gmail.com

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА УЧАЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Мухиядин Айнур Улыкпановна — докторант, кафедра Информационные системы, факультет Информационных технологий, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 010000, ул.Сатпаева 8, Астана, Казахстан

E-mail: amukhiyadin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5576-7733>;

Мукашева Манаргуль Умирзаковна — доцент, Национальная академия образования имени Ы. Алтынсарина, 010000, пр.Мангилик ел 8, Астана, Казахстан

E-mail: mg.mukasheva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8611-8303>;

Махажанова Улжан Танибергеновна — PhD, кафедра Информационные системы, факультет Информационных технологий, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 010000, ул. Сатпаева 8, Астана, Казахстан

E-mail: makhazhan.ut@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5528-8000>;

Муханова Аягоз Асанбековна — PhD, кафедра Информационные системы, факультет Информационных технологий, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 010000, ул.Сатпаева 8, Астана, Казахстан

E-mail: ayagoz198302@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3987-0938>;

Ламашева Жанар Бейбутовна — PhD, кафедра Информационные системы, факультет Информационных технологий, ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, 010000, ул.Сатпаева 8, Астана, Казахстан

E-mail: zhanarlb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9535-2636>.

Аннотация. Пандемия COVID-19 кардинальным образом повлияла на все аспекты человеческой жизни, особенно на среднее образование, которое оказалось неподготовленным к переходу на дистанционное обучение. Массовый переход школ на экстремальное дистанционное обучение (ЭДО) подчеркнул необходимость анализа опыта образовательных учреждений с целью создания благоприятных условий для будущих форматов обучения. Цель данного исследования заключается в выявлении научно обоснованных факторов, оказавших существенное влияние на образование в казахстанских школах в период режима дистанционного обучения из-за пандемии COVID-19. В ходе исследования использовались данные опроса, проведенного Национальной академией образования имени Ы. Алтынсарина в 2020 году в школах Республики Казахстан. Целевую аудиторию исследования составили учащиеся средних школ 16 областей и городов республиканского значения Казахстана. В разрезе территориальной принадлежности количество сельских респондентов составило 17 169 человек, городских – 18080 человек. В исследовании также приняли участие обучающиеся малокомплектных школ (700 человек). Контингент респондентов с казахским языком обучения составил – 20622, с русским – 14749 человек. Информационный сбор данных осуществлялся посредством онлайн опроса обучающихся по методологически выверенной структурированной анкете.

Ключевые слова: COVID-19, большие данные, SPSS, экстремальное дистанционное обучение, социальные данные, регрессионный анализ, полиномиальная логистическая регрессия, поведение при обучении

Кіріспе

COVID-19 пандемиясы ең алдымен денсаулық сақтау саласына әсер етті, бірақ оның салдары көптеген елдердің білім беру жүйесінде, әсіресе мектептердің жабылуына байланысты байқалуда. Оқытудағы қысқа үзілістерді мектептен тыс уақытты өткізу арқылы оңай женуге болады, ал ұзақ уақыт үзіліс оқу процесіне кері әсер етеді.

Қазіргі уақытта пандемия жағдайында оқушылар мен мектеп оқушыларының қашықтықтан форматта алатын білім сапасы, сондай-ақ оқушылардың білімін бақылау мәселесі ерекше маңызға ие. Күндізгі оқу нысанында қолданылатын бақылау нысандарын оқытудың заманауи жағдайларын ескере отырып, бейімдеу немесе өзгерту қажет екені анық.

Пандемияға байланысты мектептердің жабылуы әлемнің көптеген елдерінде екі айдан астам уақыт бойы жалғасуда және бүкіл әлемдегі оқушылардың 70 % -дан астамы зардап шекті. Олардың тең жартысы үйдегі компьютерге қол жеткізе алмаса, 43 пайызы үйдегі интернетке қол жеткізе алмаған. Мектептер жабыла бастағанда қашықтан оқытуға және цифрлық теңсіздікті жоюға баса назар аударылды. Дүниежүзілік экономикалық форумның мәліметі бойынша, 2020–2022 жылдар аралығында 147 миллионға жуық бала күндізгі оқудың жартысынан көбін жіберіп алған (Mukhiyadin, 2023).

Қазір пандемия кезінде тиімді оқу туралы ойланатын уақыт. Бұл тақырып бойынша арнайы зерттеулер болмағанымен, сарапшылардың көпшілігі осы кезеңдегі оқытудың әдеттегі жаттығуларға қарағанда тиімділігі төмен болғанымен келіседі. Экономикалық Үнтымақтастық және Даму Ұйымы (ЭЫДҰ), сонымен қатар, бұл кезеңдегі оқу қалыпты мектептерді жабу кезіндегіге қарағанда тиімдірек болғанын атап өтеді. Балалар қысқа мерзімді және ұзақ мерзімді перспективада айтарлықтай шығынға ұшырады, соның ішінде емтихандарды тапсыру және болашақ білім беру жоспарлары және жұмыспен қамту. Әлеуметтік-экономикалық жағдайы төмен отбасылардың балалары бұл тәуекелдерге әсіресе бейім, өйткені олар дәстүрлі білім беруде де үлгерім деңгейі төмен болды, ал қашықтан оқыту олар үшін одан да қолайсыз жағдай жасайды. Сондықтан, жарияланымдардың басты мәселесі — бұл індеттің балалардың білімі мен елдердің адами капиталы үшін ықтимал салдарын бағалау және болжау. Көптеген елдерде зиянды өтеу және тәуекелдерді азайту шараларын жоспарлау үшін арнайы зерттеулер жүргізілуде (Иванов, 2021).

Бірақатар елдердің, соның ішінде Қазақстан мектептерінің ЭҚО форматына дайын болмауы, мектептерде қашықтықтан оқыту тәжірибесінің жоқтығы мұғалімдер арасында да, мектеп оқушылары арасында да көптеген қиындықтар туғызды. Олардың негізгілерін мыналарды бөліп көрсетуге болады — сабақтың тиімділігінің төмендеуі, мектеп оқушыларының зейінінің төмендеуі, онлайн оқытуға бейімделмеу және оқушылар мен мұғалімдер арасындағы байланыстың болмауы. Онлайн оқытудың қосымша жағымсыз факторларына оқыту барысында нақты жұмыс орнының болмауы және икемді уақытты басқарудың мүмкін еместігін айтуға болады. Бұл факторлар мектеп оқушыларынан оқытуда өзін-өзі басқаруды талап етті.

Осы жұмыс аясында мектеп оқушылары, олардың ата-аналары және мұғалімдері арасында онлайн сауалнама жүргізілді. Жалпы іріктеу көлемі 193 543 адамды құрады.

Бірінші болжам — қашықтан оқыту кезіндегі оқушылардың белсенділік дәрежесінің өзгеруі мен сұраққа жауаптарда көрсетілген белсенділіктің мұндай өзгеруінің себептерінің тізімі арасындағы байланыстың болуы.

Екінші болжам — қашықтан оқыту кезінде оқушылардың белсенділік дәрежесінің өзгеруі мен респонденттердің типі (оқушылар, ата-аналар, мұғалімдер) арасындағы байланыстың болуы. Яғни, респонденттердің әртүрлі топтары оқушылардың белсенділігінің өзгеру дәрежесін әртүрлі бағалайды деген болжам бар.

Үшінші болжам — қашықтан оқыту кезінде оқушылардың белсенділік дәрежесінің өзгеру себептері мен респонденттердің типі (оқушылар, ата-аналар, мұғалімдер) арасындағы байланыстың болуы. Яғни, сауалнамада көрсетілген себептерді респонденттердің әртүрлі топтары оқушылардың белсенділігінің өзгеруіне байланысты әртүрлі бағалайды деген болжам бар.

Осы жұмыс гипотезаларын тексеру үшін Пирсонның Хи-квадрат сынағы, V Cramer сапалы айнымалылары арасындағы күтпеген шараны есептеу және көпмүшелік логистикалық регрессияның регрессиялық моделін құру сияқты статистикалық талдау процедуралары қолданылды.

Сауалнама деректері IBM SPSS Statistics (Әлеуметтік ғылымдарға арналған статистикалық пакет), 23 нұсқасы арқылы өңделді және үлгі құрастырылды.

Әдістемелік және әдістер

Сауалнама 32 жабық сұрақтан тұрады. Сұрақтар 5 блокқа топтастырылған. Әрбір блок белгілі бір аспектіні бөлектеуге жауапты. Сауалнаманың құрылымы 1-кестеде берілген.

1-кесте. Сауалнама құрылымына тақырыптық талдау жасау

Блок тақырыбы	Ішкі тақырып	Жауап түрлері
Мәтінмәндік блок	Мектеп статусы	қалалық, ауылдық, шағын жинақты мектептер
	Оқушы мәртебесі	бастауыш, орта, жоғарғы сыныптар
	Оқыту тілі	қазақ, орыс, өзге тілдер
	Тұрғылықты жері	Астана, Алматы, Шымкент, т.б.
	Құрылғының қолжетімділігі	Планшет, ноутбук, жұмыс аймағы жоқ
Мазмұн блогы	Қашықтықтан оқыту форматы	Мұғаліммен бейнебайланыс, теледидар сабақтарын пайдалану. Оқушылардың әртүрлі ресурстарды пайдалана отырып, материалдар, тапсырмалар бойынша өзіндік жұмысы
	ҚО-дағы табыстар, дағдылар, әрекеттер	білім бағалары, компьютерде сабаққа дайындалу, үйге тапсырма формасы
	ҚО артықшылықтары	қызықты сабақтар, интерактивтілік, тәуелсіздік, жауапкершілік, даралық, аз уақытты өткізу
	Оқу әрекеті	себептер мен факторлар
Эргономикалық блок	ҚО ыңғайлылығы	компьютерде жұмыс істеу, тапсырмаларды орындау уақыты
	Физикалық белсенділік	дене шынықтыру жаттығуларын орындау, дене денсаулығына жүктеме
Техникалық көмек	Интернеттің болуы	интернет сигналының әлсіз жақтары
	Білім беру ресурстарын пайдалану	гаджеттер, оқулықтар, теледидар сабақтары, мұғаліммен онлайн байланыс
	Сандық мазмұнның сапасы	оқушыларды қызықтыру үшін әртүрлі модульдер мен әрекеттерді қолдану
	Мұғалімнің қатысуы	уақытылы кері байланыс, виртуалды жұмыс уақытын қамтамасыз ету
Психоэмоционалды блок	Ата-ана тарапынан қадағалау	сабаққа, байланыстыру мәселелеріне, жаңа материалды меңгеруге көмектесу
	Нормалар мен дәстүрлер	мектепте қоғамдық белсенділіктің болмауы, отбасы мүшелерімен ұрыс-керіс
	Бейімделу	ҚО-ға бейімделу қиындығы

Сауалнама деректері 32 өрісі бар 193 543 жазбаны қамтитын үлкен дерекқор болып табылады.

Эксперименттік деректерді талдау үшін, атап айтқанда, 193 543 жазбадан тұратын мәліметтер базасы, сипаттамалық статистика әдістері және үлкен деректерді өңдеуге арналған күтпеген жағдайлар кестелері пайдаланылды.

Жиналған деректер әлеуметтік ғылымдарға арналған статистикалық пакетті (SPSS) және көп регрессиялық талдауды пайдалана отырып, сипаттамалық статистика және қорытынды талдау арқылы талданды. Деректер кестелер мен диаграммалар түрінде ұсынылды.

Нәтижелер

Хи-квадрат сынағы және стандартталған қалдықтарды талдау

Номиналды немесе реттік шкалаға қатысты екі айнымалылар арасындағы байланыс Пирсонның хи-квадрат сынағы арқылы тексеріледі, ол бақыланатын және күтілетін жиіліктер арасында айтарлықтай айырмашылық бар-жоғын тексереді. Хи-квадрат тестін жүргізу кезінде күтпеген жағдайлар кестесінің екі айнымалысының өзара тәуелсіздігі тексеріледі және осының арқасында екі айнымалының да тәуелділігі жанама түрде ашылады. Нөлдік гипотеза екі айнымалы, егер байқалатын ұяшық жиіліктері күтілетін жиіліктерге сәйкес келсе, өзара тәуелсіз деп айтылады. Егер бақыланатын және күтілетін жиіліктер статистикалық түрде әр түрлі болса, онда нөлдік гипотеза жоққа шығарылады және екі айнымалының өзара тәуелді екендігін көрсететін альтернативті гипотеза қабылданады.

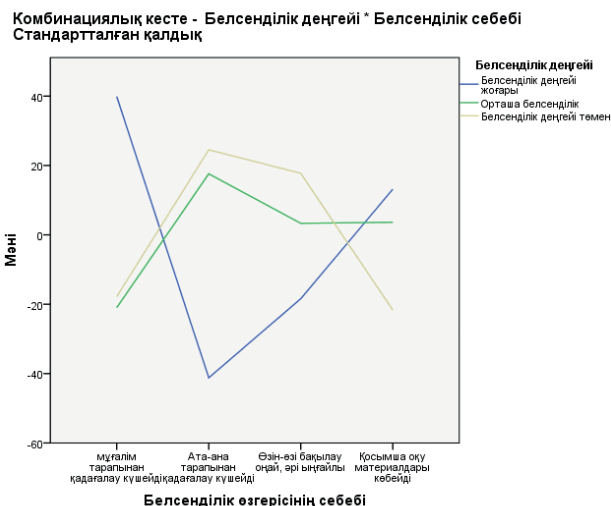
Бұл тест оқушылардың белсенділігінің өзгеру дәрежесі және осы белсенділіктің себептері туралы сұрақ арасында, сонымен қатар осы екі сұрақ пен респонденттердің категориясы (оқушылар, ата-аналар және мұғалімдер) арасында жүргізілді. 2- кестеде көрсетілгендей барлық тестілер статистикалық маңызды нәтиже көрсетті, бұл білім белсенділігі артықшылықтары туралы сұрақ пен сауалнаманың басқа сұрақтары арасында байланыс бар екенін көрсетеді.

2-кесте. Пирсон хи-квадрат сынағының нәтижелері

	Белсенділік - Белсенділік себептері	Белсенділік – респонденттер типі	Белсенділік себептері – респонденттер типі
1 Хи-квадрат	6278,01		
Еркіндік дәрежесі	6		
Маңыздылығы	,000***		
2 Хи-квадрат		9327,74	
Еркіндік дәрежесі		4	
Маңыздылығы		,000***	
3 Хи-квадрат			36541,71
Еркіндік дәрежесі			0
Маңыздылығы			,000***

***. Хи-квадрат статистикасы .001 деңгейінде маңызды болып табылады.

Жауап категорияларының қайсысы айнымалылар арасындағы тәуелділікке ықпал ететінін көру үшін стандартталған қалдықтарды есептеу қажет. Бұл қалдықтар бақыланатын және күтілетін жиіліктердің бір-бірінен қаншалықты ауытқығанының өлшемі болып табылады. Стандартталған қалдықтары жоғары өрістер хи-квадрат мәніне, демек, мәнді нәтижеге көбірек үлес қосады. Стандартталған қалдығы бар белгі маңызды: плюс артықшылықты білдіреді, ал минус жауаптар жиілігінің тапшылығы.

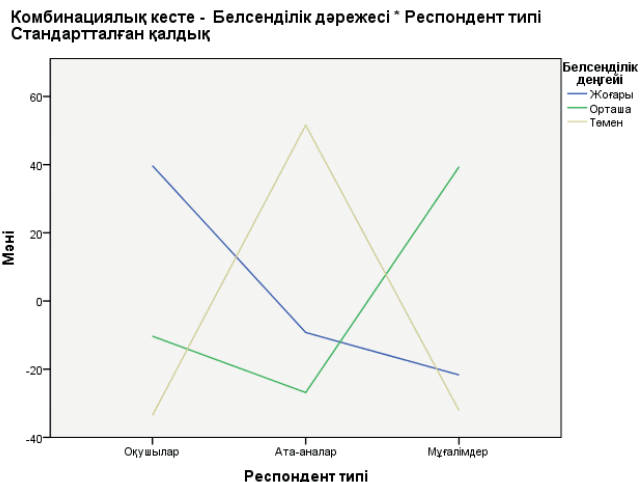


Сурет -1. Стандартталған қалдықтар графигі

Стандартталған қалдықтар графигінен (1-сурет) жоғары белсенділік көрсеткен оқушылар үшін мұғалімнің әрбір тапсырманы тексеру факторы (графиктегі көк сызық) басты себеп болып табылады деген қорытынды жасауға болады. Бұл санаттағы оқушылар үшін ересектер бақылауының күшеюі және сынып алдында көпшілік алдында сөйлеу қажеттілігі азырақ маңызды себептер болып табылады. Тағы бір маңызды фактор оқулықтан ғана емес, басқа да көптеген ресурстарды пайдалануға болатындықтан, оқуға деген қызығушылықтың артуы болды.

Қашықтықтан оқыту кезінде белсенділіктің орташа және төмен деңгейін көрсеткен оқушылар үшін үлкендердің бақылауын күшейту, сынып алдында көпшілік алдында сөйлей алмау басты фактор болды. Оқушылардың осы екі категориясы үшін мұғалімнің әрбір тапсырманы тексеруінің маңызы шамалы. Ал қашықтан оқыту кезінде ең әлсіз белсенділік танытқан оқушылар тобының арасында тек оқулықтан ғана емес оқуға болатындығына байланысты оқуға деген қызығушылықтың артуы сияқты фактордың олар үшін маңызы шамалы.

Төмендегі суретте (2-сурет) қашықтықтан оқыту кезіндегі оқушылардың белсенділік дәрежесі мен респонденттердің типі арасындағы стандартталған қалдық көрсетілген.



Сурет 2. Респонденттердің белсенділік дәрежесі мен категориясы бойынша кросс кестенің стандартталған қалдықтары

Оқушылар қашықтан оқыту кезінде барынша белсенділік танытты. Бұл оқушылардың өздері, өздері туралы пікірі (көк сызық оқушылар үшін ең үлкен мәнге ие болады). Тәрбиешілер бұл пікірді ең аз бөліседі (көк жолақ тәрбиешілер үшін ең төменгі мәнді қабылдайды). Көбінесе мұғалімдер оқушының белсенділігі қалыпты дәрежеде өзгерді деп есептейді. Ата-аналар оқушылардың белсенділігі шамалы ғана өзгерді деп есептеп, пессимистік көзқараста.

Төмендегі суретте (3-сурет) оқушылардың белсенділігінің өзгеру себептері мен респонденттердің санаттары арасындағы стандартталған қалдықтар көрсетілген.



3-сурет. Респонденттердің белсенділік себептері мен санаттарының тоғысқан стандартталған қалдықтары

Бұл графиктен мынадай қорытынды жасауға болады: мұғалімдер белсенділіктің өзгеруінің негізгі себептерін ересектер тарапынан бақылаудың күшеюі және оқушылардың оқулықпен ғана емес, оқуға деген қызығушылығының артуы деп санайды. Ең бастысы, тәрбиешілер мұның басты себебін оқушылардың әрбір тапсырмасын мұғалімнің өзі тексеріп отыруы деп санайды. Балаларының белсенділігін өзгертудің негізгі себебін мұғалімнің оқушылардың әрбір тапсырмасын тексеруі деп есептейтін ата-аналар қарама-қарсы пікірде. Оқушылардың өздері олардың белсенділігін өзгертудің ең маңызды себебі ересектердің ықпалының күшеюі деп санауға бейім емес.

Үйлесімділік шаралары

Қашықтықтан оқытудағы оқушылардың белсенділігінің өзгеру дәрежесі туралы сұрақтар мен осы әрекеттің себептері, сондай-ақ осы сұрақтар мен респонденттердің санаттары арасындағы байланыстың болуын V Крамердің күтпеген шарасын есептеу арқылы бағалауға болады, ол номиналды айнымалылар үшін әзірленген корреляция коэффициентінің аналогы болып табылады және сандық мәні бар.

V Крамердің мақсаты — айнымалылар арасындағы байланысты 0-ден 1-ге дейінгі коэффициент ретінде көрнекі интерпретациялау және корреляциясыз айнымалылар үшін нөлдік мәнді және қатты байланысты айнымалылар үшін бір мәнді алу (3-кесте).

3-кесте. V Крамер үйлесімділік өлшемдері

	Белсенділік	Белсенділік себептері	Респондент типі
1 Белсенділік Маңыздылығы	1		
2 Белсенділік себептері Маңыздылығы	,127 ,000***	1	
3 Респондент типі Маңыздылығы	,155 ,000***	,307 ,000***	1

***. Хи-квадрат статистикасы .001 деңгейінде маңызды.

Үйлесімділік шараларының барлық мәндері ықтимал I типті қате деңгейі 0,001 болатын статистикалық маңызды нәтиже көрсетті. Сонымен қатар оқушылардың белсенділігінің өзгеру себептері мен респонденттердің типі арасында ең үлкен байланыс байқалады, бұл респонденттердің әртүрлі типтері қашықтықтан оқыту кезінде оқушылардың белсенділігінің өзгеру себептерін әртүрлі тәсілдермен бағалайтынын көрсетеді.

Көпмүшелік логистикалық регрессия

Көпмүшелік логистикалық регрессия – тәуелді айнымалының екіден көп санаттары бар логистикалық регрессия моделінің жалпы жағдайы. Көпмүшелік логистикалық регрессия моделіндегі тәуелді айнымалыны

реттік немесе номиналды шкала бойынша өлшеуге болады. Логистикалық регрессияны қолдану оқушылардың белсенділігінің өзгеру дәрежесін бағалауға респонденттердің түрінің және оқушылардың белсенділігінің өзгеру себептеріне себеп-салдар әсерінің болуын анықтауға мүмкіндік береді. Егер регрессия коэффициенттері статистикалық маңызды нәтиже көрсетсе, олар тәуелді айнымалы қабылдай алатын мәнге әсер етеді деп қорытынды жасауға болады.

4-кестеде есептелген регрессия коэффициенттері берілген және Уолд сынағының статистикалық маңыздылығы көрсетілген. Егер критерий статистикалық маңызды болса, онда оның маңыздылығы 0,05-тен төмен болады. Шындығында, айнымалылар таңдалған маңыздылық деңгейінен 0,05 одан да маңызды нәтиже көрсетті.

4-кесте. Көпмүшелік логистикалық регрессия коэффициенттері

Параметрлерді бағалау									
Белсенділік деңгейі	В	Стандартты қате	Вальд	Еркіндік дәрежесі	Маңыздылығы	Exp (В)	Exp(В) үшін 95% сенімділік аралығы		
							Төменгі шек	Жоғарғы шек	
Жоғары белсенділік	Бос мүше	1,010	,018	3027,2	1	,000			
	[Тип=1]	,234	,020	130,6	1	,000	1,263	1,214	1,315
	[Тип=2]	-,918	,017	2930,1	1	,000	,399	,386	,413
	[Тип=3]	0 ^b	.	.	0	.	.	.	.
	[Себеп=1]	,424	,020	447,7	1	,000	1,528	1,469	1,589
	[Себеп=2]	-,807	,020	1620,7	1	,000	,446	,429	,464
	[Себеп=3]	-,613	,022	755,6	1	,000	,542	,519	,566
	[Себеп=4]	0 ^b	.	.	0	.	.	.	.
Орташа белсенділік	Бос мүше	1,528	,017	7843,8	1	,000			
	[Тип=1]	-,307	,019	250,6	1	,000	,735	,708	,764
	[Тип=2]	-1,155	,015	5799,5	1	,000	,315	,306	,324
	[Тип=3]	0 ^b	.	.	0	.	.	.	.
	[Себеп=1]	,221	,019	130,4	1	,000	1,247	1,201	1,296
	[Себеп=2]	-,325	,018	314,3	1	,000	,722	,697	,749
	[Себеп=3]	-,276	,021	179,6	1	,000	,759	,729	,790
	[Себеп=4]	0 ^b	.	.	0	.	.	.	.
а. Қолдау санаты: орташа белсенділік.									
б. Бұл параметр мәніне нөл бекітіледі, себебі ол артық.									

Тәуелді айнымалы – қашықтан оқыту кезінде оқушылардың белсенділігінің өзгеру дәрежесін бағалау. Бұл айнымалылардың реттік түрі. Бұл айнымалы белсенділіктің өзгеру дәрежесін сипаттайтын 3 категорияға ие (1 – жоғары, 2 – орташа, 3 – төмен). Тәуелді айнымалының алғашқы екі категориясын болжау үшін жеке регрессия коэффициенттері бар жеке үлгілер есептеледі. Тәуелді айнымалының үшінші санаты нөлге орнатылады және алғашқы екі санат

салыстырылатын негізгі категория болып саналады. Тәуелсіз немесе әсер ететін айнымалылар арасында соңғы категория да сілтеме ретінде таңдалды және нөлге теңестірілді.

Тәуелсіз айнымалылардың барлық жауап категориялары статистикалық маңызды нәтиже көрсетті. Жауаптардың әрбір категориясы үшін регрессия коэффициентінің бар белгісі арқылы байланыс сипатын анықтауға болады.

Белсенділік өзгерісінің ең үлкен дәрежесін сипаттайтын жауаптың бірінші категориясына 1 тип (оқушы) оң әсер етеді. Бұл анықтамалық категория болып табылатын мұғалімдермен салыстырғанда олардың белсенділігінің өзгеру дәрежесін жоғары бағалайтын оқушылар екенін көрсетеді. 2 типті (ата-аналар) сияқты регрессия коэффициентіндегі теріс белгі олардың қашықтан оқыту кезінде балалардың өте белсенді болып кеткеніне сенуге бейім еместігін көрсетеді. Бұл тұжырымды респонденттердің белсенділік дәрежесі мен категориясы бойынша кестенің стандартталған қалдықтарының графигі растауға болады, бұл ата-аналар арасында белсенділіктің өзгеруіне аз ғана қол жеткізілді деген пікір ең көп тарағанын көрсетеді.

Осылайша, статистикалық талдаудың 3 әдісін қолдана отырып, бұл жұмыста алға қойылған жұмыс гипотезасын дәлелдеуге мүмкіндік туды.

Талқылау

Коронавирустық инфекцияның таралуына байланысты білім беру ұйымдарының шұғыл қашықтықтан оқытуға көшуі әсіресе мектептер үшін стресс-тестке айналды. Осыған байланысты қашықтықтан оқыту жағдайында оқушылардың оқу-тәрбие процесін қабылдауын зерттеу қажеттілігі өзекті бола бастады (Ананченкова, 2020).

Біздің зерттеу нәтижелеріміз көрсеткендей, қашықтан оқытуға төтенше көшу жағдайы оқушылардың оқу іс-әрекеті барысында жүзеге асыратын әдеттегі іс-әрекет формаларын айтарлықтай өзгертті (Щенкова, 2020).

Мектептердің жабылуы туралы әдебиеттер сонымен қатар COVID-19 салдарынан мектеп жабылуының ықтимал әсері туралы біраз түсінік береді, әсіресе мұндай жабылулар күтпеген жерден орын алып, сабақ кестесін бұзатындықтан. Ауа райының қолайсыздығына немесе табиғи апаттарға байланысты мектептердің жабылуы қысқа уақытқа созылатынымен, бұл COVID-19 салдарынан мектептің жабылуына ұқсас. Егер ауа-райы немесе табиғи апат болмаса, мектептерде сабақ болып, оқушылардың көпшілігі әдеттегідей оқитын еді. Хансен (2011) Колорадодағы күн сайын қардан бас тартылған сабақтар 8-сыныптың математикалық көрсеткіштерін 0,013-тен 0,039 СО-ге дейін төмендететінін анықтады, ал Мэрилендтегі қарлы күндердің әсері 0,013-тен 0,016 СО-ға дейін ауытқиды (Тайлаков, 2013).

Қатысушылардан мәлімдемелермен келісу дәрежесін, пандемия кезінде қашықтықтан оқыту арқылы қол жеткізілген білім беру қызметінің деңгейін көрсету ұсынылды. «Ересектер тарапынан бақылауды күшейту» себебін мұғалімдердің төрттен бірі (27,5%) және ата-аналардың үштен бірі (32 %) ғана таңдап алғаны белгілі болды.

Қазақстандағы мектеп оқушыларының ата-аналары арасында жүргізілген сауалнамаға сәйкес, мұғалімдердің жеке бақылауының күшеюіне (16 %) байланысты балалардың қашықтан оқыту уақыты белсендірілді, оның себептері туралы мұғалімдер мен ата-аналардың пікірлерінде алшақтық бар.

Көптеген зерттеулер оқушылардың, мұғалімдердің және оқу үдерісінің басқа қатысушыларының көпшілігі қашықтағы форматқа шұғыл көшу үшін айтарлықтай тәжірибе жинақтауға уақыттары болмағанымен келіседі (МОН РК, Результаты мониторинга, 2020).

Бұл зерттеуде қазақстандық мектеп оқушыларының оқу іс-әрекетіне қашықтан оқытудың әсер ету факторлары зерттелді. Себептер ретінде ересектердің бақылауы, мұғаліммен жеке жұмыс, оқу процесіне әсер етуі мүмкін аспектілер қарастырылды. Білім берудің басқа қатысушыларының пікірімен салыстырғанда оқушылар қашықтан оқыту кезінде оқуда барынша белсенділік көрсетті деп есептейді.

Осылайша, карантин режиміндегі оқушы пен мұғалімнің материалды таныстыру және өзара әрекеттесу құралы ретінде қашықтан оқытуға шұғыл көшу қазақстандық оқушыларға оң әсерін тигізді.

Зерттеу салдары тұрғысынан оқушылар мен олардың мүдделі тараптары (мысалы, ата-аналар, мұғалімдер және саясаткерлер) арасында осы зерттеуде анықталған факторлардың оқушылардың онлайн оқуына қалай әсер еткенін зерттеу үшін сапалы зерттеу жүргізу ұсынылады. Оқыту дизайны мен отбасы мәселелері, сондай-ақ осы зерттеуде ұсынылған бірлестіктерді түсіну үшін оқушыларды бақылау сияқты басқа ықтимал факторларды зерттеу үшін қосымша зерттеулер қажет.

Қорытынды

Қазіргі уақытта білім беру саласында үлкен деректер технологияларын толық қолдану бірқатар жағдайларға байланысты қиын (Саптарши, 2013).

Біріншіден, көптеген университеттерде үлкен деректерді генерациялайтын арнайы электронды орта қалыптасу кезеңінде. Осыған байланысты, білім беру ұйымдарының үлкен деректері классикалық үлкен деректерді түсінудегі «маңызды әртүрліліктегі ақпараттың үлкен көлемін» әлі көрсетпейді. Шын мәнінде, біз миниатюрадағы үлкен деректермен айналысамыз. Электрондық ақпараттық-білім беру ортасын қалыптастыру және жетілдіру қарқынын арттыру үлкен деректерді толық пайдалануды жеделдетеді (Гвозденко, 2019).

Екіншіден, электронды білім беру ресурстарын әзірлеушілер ретінде мұғалімдер оқушылармен тиімді онлайн әрекеттесу үшін қажетті техникалық білім мен дағдылардың жоқтығын жиі біледі. Цифрлық сауаттылық деңгейін арттыру жолдары алуан түрлі: өздігінен білім алудан бастап әртүрлі біліктілікті арттыру курстарына дейін.

Үшіншіден, университеттер мен мектептерде ақпараттың үлкен көлемін тиімді өңдей алатын көлденең масштабталатын бағдарламалық құралдар жиі болмайды. Білім беру ұйымының техникалық құралдары мен бағдарламалық

құралдары үлкен деректерді тұрақты емес, тестілік режимде өңдеуге қабілетті. Нәтижесінде осы озық технологияны қолдану арқылы тек жеке басқару шешімдері қабылданатын болады. Университеттің үлкен деректердің аналитикалық платформасына қол жеткізуі сәйкес бейіндегі компаниямен серіктестік келісiмiн жасаудың арқасында мүмкiн болып көрiнедi. Әлбетте, бiлiм беру ұйымы үшiн тұтынушылық құндылығы бар үлкен деректер маңызды - ақпараттық пайда әкелу қабiлетi, оның iшiнде соңғы әлеуметтік-экономикалық әсер, сонымен қатар қолданбалы сипатқа ие.

ӘДЕБИЕТТЕР

Ананченкова П.И. (2020). Дисфункциональность образования в условиях пандемии COVID-19 / П.И. Ананченкова, Н.М. Новикова // «Альма-матер» (Вестник Высшей школы). — 2020. — № 11. — С. 7–1.

Гвозденко Ю.В., Ищенко А.А., Пилипенко А.В. (2019). Большие данные в системе образования // Международный студенческий научный вестник: электронный научный журнал. — 2019. — Вып. 5. — Часть 1. — URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=19731>

Иванов Д.Н. (2021). Дистанционное образование: проблемы массового перехода на онлайн-обучение / Д.Н. Иванов // Alma mater (Вестник высшей школы). — 2021. — № 7. — С. 55–58.

Лескевич С.Г. (2020). Дистанционное обучение: из опыта вынужденного использования в условиях пандемии коронавируса / С.Г. Лескевич, К.Л. Лескевич, О.Г. Сечейко // Высшая школа. — 2020. — № 6. — С. 3–5.

Министерство образования и науки Республики Казахстан Национальная академия образования имени И. Алтынсарина, Результаты мониторинга дистанционного обучения в системе среднего образования. — часть 1. Нур-Султан. — 2020

Министерство образования и науки Республики Казахстан Национальная академия образования имени И.Алтынсарина, Результаты мониторинга дистанционного обучения в системе среднего образования. — часть 2, Нур-Султан. — 2020

Саптарши Р. (2016). Большие данные в образовании // Gravity, журнал Great Lakes. — 2016. — Вып. 20. — С. 8–10. URL: https://www.researchgate.net/publication/259443597_BIG_DATA_IN_EDUCATION.

Тайлаков Ю.Н. (2013). Единое информационно-образовательное пространство школы как фактор повышения качества образовательных процессов // Молодой ученый. — 2013. — № 5.

Mukhiyadin A., Makhazhanova U., Serikbayeva S., Kassekeyeva A., Muratova G., Karauylbayev S., Muratkhan R., Kenzhebay A. (2023). Application Of Information Technologies And Methods For Processing Big Data To The Management Of The Educational Process During The Pandemic // (2023) Journal of Theoretical and Applied Information Technology. — 101 (2). — Pp. 458–470. <http://www.jatit.org/volumes/Vol101No2/7Vol101No2.pdf>

REFERENCES

Ananchenkova P.I. (2020). Dysfunctionality of education in the context of the COVID-19 pandemic / P.I. Ananchenkova, N.M. Novikova // “Alma Mater” (Bulletin of Higher School). — 2020. — No. 11. — Pp. 7–11.

Gvozdenko Yu.V., Ishchenko A.A., Pilipenko A.V. (2019). Big data in the education system // International student scientific bulletin: electronic scientific journal. — 2019. — Issue. 5. — Part 1. — URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=19731>

Ivanov D.N. (2021). Distance education: problems of mass transition to online learning / D.N. Ivanov // Alma mater (Bulletin of Higher School). — 2021. — No. 7. — Pp. 55–58.

Leskevich S.G. (2020). Distance learning: from the experience of forced use during the coronavirus pandemic / S.G. Leskevich, K.L. Leskevich, O.G. Secheiko // Higher school. — 2020. — No. 6. — Pp. 3–5.

Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan National Academy of Education named after I. Altynsarin, Results of monitoring of distance learning in the secondary education system. — part 1. Nur-Sultan. — 2020

Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan National Academy of Education named after I. Altynsarin, Results of monitoring of distance learning in the secondary education system. — part 2. — Nur-Sultan. — 2020

Saptarshi R. (2016). Big data in education // Gravity, Great Lakes magazine. — 2016. — Vol. 20. — Pp. 8–10. URL: https://www.researchgate.net/publication/25944_3597_BIG_DATA_IN_EDUCATION.

Taylakov Yu.N. (2013). Unified information and educational space of the school as a factor in improving the quality of educational processes // Young scientist. — 2013. — No. 5.

Mukhiyadin A., Makhazhanova U., Serikbayeva S., Kassekeyeva A., Muratova G., Karauylbayev S., Muratkhan R.,Kenzhebay A. (2023). Application Of Information Technologies And Methods For Processing Big Data To The Management Of The Educational Process During The Pandemic //(2023) Journal of Theoretical and Applied Information Technology. — 101 (2). — Pp. 458–470. <http://www.jatit.org/volumes/Vol101No2/7Vol101No2.pdf>

УДК 665.733.3: 519.816

© **B. Orazbayev¹, L. Salybek^{2*}, K. Orazbayeva³, Sn. Kodanova⁴,
S. Iskakova⁴, 2023**

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

²M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan;

³Esil university, Astana, Kazakhstan;

⁴S. Utebayev Atyrau University oil and Gas, Atyrau, Kazakhstan.

E-mail: lyaklai.35972@mail.ru

METHOD FOR DEVELOPING MODELS FOR OPTIMIZING PROCESSES OF ELECTRICAL DESALTING AND DEHYDRATION DURING PRIMARY OIL PROCESSING

Orazbayev B.B. — doctor of technical sciences, academician of the Engineering academy of the republic of Kazakhstan, professor of the department of System analysis and Control, L.N. Gumilyov. Eurasian National University, Satpayev str. 2A, Astana, Kazakhstan

E-mail: batyr_o@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-2109-6999>;

L. Salybek — Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: lyaklai.35972@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: kulman_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1741-7553>;

Kodanova Sh.K. — candidate of technical sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Information Technologies, S. Utebaev Atyrau Oil and Gas University, st. Baimukhanova 45a, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: kodanova_s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1589-4268>;

Iskakova S.Sh. — candidate of technical sciences, Associate Professor, head of the office registrar of S. Utebaev Atyrau Oil and Gas University, st. Baimukhanova 45a, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: iskakova_sh@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-6589-854X>.

Abstract. The desalting and dehydration unit of a primary oil refining unit using electric dehydrators and other units has been studied and its technological scheme has been described. A method is proposed for creating and developing models of complex technological systems similar to the block studied in production situations characterized by a shortage and vagueness of the initial information necessary to create the models. The proposed method, based on a systematic approach and available information of various types, allows us to develop an effective model of individual units of a technological system. Using the developed method, the most effective type of model is determined, for example, deterministic, statistical,

fuzzy, linguistic or combined model, based on the values of the criteria for selecting an effective model and the available initial information and synthesized using appropriate methods. In addition to traditional methods for developing deterministic and statistical models, the proposed approach also uses methods for synthesizing fuzzy, linguistic and combined models of the object created in this research work. The developed models based on the proposed method make it possible to determine the optimal values of the output parameters of the object (product and its qualities), used as optimization criteria by computer modeling, i.e. changes in the input and operating parameters of the object. For system modeling and optimization of the technological system as a whole, individual models developed for each unit must be combined into a single package of models, taking into account the interconnections of these units and the direction of processes in the system.

Keywords: primary oil refining, mathematical model, optimization, system method, oil desalting and dehydration

© **Б.Б. Оразбаев¹, Л.Т. Салыбек^{2*}, К.Н. Оразбаева³, Ш.К. Коданова⁴, С.Ш. Искакова⁴, 2023**

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

²М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан;

³Esil University, Астана, Қазақстан;

⁴С. Өтебаев атындағы Атырау мұнай және газ университеті.

Атырау, Қазақстан.

E-mail: lyaklai.36972@mail.ru

МҰНАЙДЫ АЛҒАШҚЫ ӨНДЕУДЕ ЭЛЕКТРОТҮЗСЫЗДАНДЫРЫРУ ЖӘНЕ СУСЫЗДАНДЫРУ ПРОЦЕССТЕРІН ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ ҮШІН МОДЕЛЬДЕР ҚҰРУ ТӘСІЛІ

Оразбаев Б.Б. — техника ғылымдарының докторы, профессор, Қазақстан Республикасы Инженерлік академиясының академигі, Жүйелік талдау және басқару кафедрасының профессоры, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш. 2А, Астана қ., Қазақстан

E-mail: batyr_o@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-2109-6999>;

Л. Салыбек — докторант. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Тауке хан даңғылы 5, Шымкент қ., Қазақстан

E-mail: lyaklai.35972@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>;

Коданова Ш.К. — т.ғ.к., доцент, С. Өтебаев атындағы Атырау мұнай және газ университеті. Ақпараттық технологиялар факультетінің деканы, Баймуханов көш. 45а, Атырау қ., Қазақстан

E-mail: Kodanova_S@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1589-4268>;

С. Искакова — т.ғ.к., доцент, С. Өтебаев атындағы Атырау мұнай және газ университеті, Офис регистратор бөлімінің меңгерушісі, Баймуханов көш. 45а, Атырау қ., Қазақстан

E-mail: iskakova_sh@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-6589-854X>.

Аннотация. Шикі мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысының электродегидраторлар мен басқа агрегаттар арқылы тұзсыздандыру, және сусыздандыру блогы зерттеліп, оның технологиялық схемасы сипатталған. Өндірістік жағдайда осы блок сияқты, модель құруға қажетті бастапқы ақпараттардың жетіспеушілігі және айқынсыздығы сипатталатын, күрделі технологиялық жүйелердің тиімді моделін құру тәсілі ұсынылған. Ұсынылған тәсіл жүйелік тәсілдеме, қолжетімді түрлі сипаттағы деректер мен ақпараттар негізінде технологиялық жүйе құрамындағы әр агрегаттың тиімді моделін құруға мүмкіндік береді. Өзірленген тәсіл көмегімен әр агрегатқа қолжетімді ақпарат және тиімді модель таңдау критерийлерінің мәндері бойынша ең тиімді модель типі, мысалы детерминді, статистикалық, айқын емес, лингвистикалық немесе құрама модель сәйкес тәсілдер арқылы құралады. Өзірленген тәсіл детерминді, статистикалық модельдерді құрудың дәстүрлі тәсілдемелерімен қатар, осы зерттеу жұмысында жасақталған нысанның айқын емес, лингвистикалық және құрама модельдерін құру тәсілдемелері де қолданылады. Құрылған модельдер компьютерлік модельдеу арқылы, яғни нысанның кіріс, режимдік параметрлерін өзгерте отырып, оптимизациялау критерийлері ретінде алынған нысанның шығыс параметрлерінің (өнімдер мен олардың сапаларының) оптималды мәндерін анықтауға мүмкіндік береді. Технологиялық жүйе жұмысын тұтастай жүйелік модельдеу және оптимизациялау үшін әр агрегатқа құрылған жеке модельдерін ол агрегаттардың өзара байланыстары мен жүйедегі процесстердің жүру бағытын ескере отырып бір модельдер пакетіне біріктіру ұсынылады.

Түйін сөздер: мұнайды алғашқы өңдеу, математикалық модель, оптимизациялау, жүйелік тәсіл, мұнайды тұзсыздандыру және сусыздандыру

© Б.Б. Оразбаев¹, Л.Т. Салыбек^{2*}, К.Н. Оразбаева³, Ш.К. Коданова⁴,
С.Ш. Искакова⁴, 2023

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

²Южно-казахстанский университет имени М. Ауезова, Шымкент, Казахстан;

³Esil University, г. Астана, Казахстан;

⁴Атырауский университет нефти и газа имени С. Утебаева,
Атырау, Казахстан.

E-mail: lyaklai.36972@mail.ru

МЕТОД РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРООБЕССОЛИВАНИЯ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ

Оразбаев Б.Б. — доктор технических наук, профессор, академик НИИ РК, профессор кафедры Системного анализа и управления, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сагпаева 2А, Астана, Казахстан
E-mail: batyr_o@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-2109-6999>;

Л. Салыбек — докторант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауезова, пропект Тауке хана 5, Шымкент, Казахстан

E-mail: lyaklai.35972@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8395-2714>;

Оразбаева К.Н. — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Менеджмента, Esil university, ул. Жубанова 7, Астана, Казахстан

E-mail: kulman_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1741-7553>;

Коданова Ш.К. — к.т.н., доцент, декан факультета информационных технологий Атырауского университета им. С. Утебаева, ул. Баймуханова 45а, Атырау, Казахстан

E-mail: Kodanova_S@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1589-4268>;

Искакова С.Ш. — к.т.н., доцент, начальник офис-регистратора Атырауского университета им. С. Утебаева, ул. Баймуханова 45а, Атырау, Казахстан

E-mail: iskakova_sh@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-6589-854X>.

Аннотация. Авторами исследован блок обессоливания и обезвоживания установки первичной переработки нефти с использованием электродегидраторов и других агрегатов и описана его технологическая схема. Предложен метод создания разработки моделей сложных технологических систем, аналогичных исследованного блока, в производственных ситуациях, характеризующихся дефицитом и нечеткостью исходной информации, необходимой для создания моделей. Предложенный метод на основе системного подхода, доступной информации различного характера позволяет разработать эффективную модель отдельных агрегатов технологической системы. С помощью разработанного метода определяется наиболее эффективный тип модели, например, детерминированная, статистическая, нечеткая, лингвистическая или комбинированная модель, исходя из значений критериев выбора эффективной модели и имеющейся исходной информации и синтезируются с использованием соответствующих методов. Кроме традиционных методов разработки детерминированных и статистических моделей, в предложенном подходе используются также методы синтеза нечетких, лингвистических и комбинированных моделей объекта, созданного в данной исследовательской работе. Разрабатываемые модели на основе предложенного метода позволяют определить оптимальные значения выходных параметров объекта (продукции и ее качеств), используемые в качестве критериев оптимизации путем компьютерного моделирования, т.е. изменения входных и режимных параметров объекта. Для системного моделирования и оптимизации технологической системы в целом отдельные модели, разработанные для каждого агрегата, необходимо объединять в единый пакет моделей с учетом взаимосвязей этих агрегатов и направленности процессов в системе.

Ключевые слова: первичная переработка нефти, математическая модель, оптимизация, системный метод, обессоливание и обезвоживание нефти

Кіріспе

Мұнай өңдеу зауыттарында (МӨЗ) мұнайды алғашқы өндеп, оны түрлі фракцияларға бөлу үшін негізінен ЭЛТС-АВТ — электротүзсыздандандыру және сусыздандыруатмоферлі-вакуумдық құбырлы кондырғылары

қолданылады (Orazbayev et al., 2023: 1; Zatonkiy et al., 2019: 1121). Бұл технологиялық жүйелер өзара басланысқан түрлі агрегаттардан тұрады және әлемдегі барлық МӨЗ-ның негізін құрайды. Алайда МӨЗ-да мұнайды алғашқы өңдеу технологиялық жүйелерінің басқа сапалы мұнай өнімдерін алу үшін көптеген басқа да, мысалы, мұнайды екінші, терең өңдеу жүйелері қолданылады (Tanatarov et al., 2018: 257; Sadeghbeigi 2020: 405). Мұнайды алғашқы өңдеу процесстерінің маңыздылығы, бұл процесстер негізінде мотор отындарының барлық компоненттері, майлау майлары, мұнайды екінші, терең өңдеу процесіне және мұнай химиясының шикізаттары өндіріледіндігінде (Karustin et al., 2021: 105). Сонымен қатар, ұсынылған зерттеу жұмысының өзектілігі мен маңыздылығы келесілермен негізделеді:

- мұнайды алғашқы өңдеу қондырғыларының жұмысы өндірілетін мұнай өнімдерінің көлемі мен сапасын және кейінгі тазалау процесстеріне қажетті техникалық-экономикалық көрсеткіштерді анықтайды;

- МӨЗ-на магистралды мұнай құбырлары немесе басқа көдікпен жеткізілген шикі мұнайдың құрамында айтарлықтай мөлшерде су мен тұзды болатындықтан, ол мұнайды тиімді өңдеу үшін оның құрамындағы аталған қоспалардан міндетті түрде тазалау қажет;

- қазіргі таңда басқа күрделі технологиялық жүйелерді сияқты мұнайды алғашқы өңдеу кезінде мұнайды тұзсыздандыру және сусыздандыру блогының жұмыс режимдерін оптимизациялаудың ең тиімді тәсілі математикалық модельдер арқылы жүзеге асырылады.

Стандартты мұнайды алғашқы өңдеу ЭЛТСҚ-АВҚ қондырғысының құрамына келесі блоктары енеді (Akhmetov et al., 2018: 868):

- электротұзсыздандыру және сусыздандыру (ЭЛТС) блогы;

- атмосферлі-вакуумдық (АВ) блогы;

- тұрақтандыру және ректификациялау блоктары,

МӨЗ-тарының соңғы тауарлық өнімдері ретінде ондағы екінші, терең өңдеу қондырғыларынан өндірілетін сапалы, жоғары оатандық бензин, дизельдік отын, бензол, кокс тағы басқалары болғанымен, мұнайды алғашқы өңдеу, соның ішінде ЭЛТС блогының рөлі өтер зор. Себебі, шикі мұнай қарастырылған тұзсыздандыру, сусыздандыру процесстерінен тиісті деңгейде өтпесе, ары қарай ол мұнайдан аталған тауарлық мұнай өнімдері алынбайтыны белгілі. Сондықтан шикі мұнайды алғашқы өңдеу кезінде оны тұзсыздандыру мен сусыздандыру процесстері өтетін ЭЛТС блогының жұмыс режимін оптимизациялау, тиімді басқару мәселелері қазіргі таңда аса өзекті ғылыми-практикалық мәселе болып табылады.

Бұл мәселелерді тиімді шешу үшін ЭЛТС блогының адекватты математикалық модельдерін құру қажет. Алайда, практикада, өндірістік жағдайда әдетте математикалық модельдерді құруға қажетті сенімді бастапқы деректер мен ақпараттар жеткіліксіз немесе айқын емес болып табылады (Assanova et al. 2023: 28–43; Orazbayev et al., 2021: 145–152; Suleimenov et al., 2019: 117; Mircea et al. 2023: 67; Dubois 2022: 3). Мұндай жағдайда математикалық модельдерді белгілі, дәстүрлі тәсілдер негізінде

құру мүмкін емес, немесе тиімсіз, себебі алынған модель адекватсыз, дұрыс болмайды. Сондықтан аталған шынайы, өндірістік жағдайда зерттеу нысаны болып табылатын ЭЛТС блогының математикалық модельдерін құру үшін бұл зерттеуде белгілі тәсілдермен қатар эксперттік бағалау және айқын емес жиындар теориясының тәсілдерін кешенді қолданатын жүйелік тәсіл ұсынылып қолданылады (Orazbayev et al., 2022: 112–129; Moldasheva et al., 2022: 164–185). Сонымен, бұл жұмыстың басты мақсаты мұнайды алғашқы өңдеу процесінде электротұзсыздандыру және сусыздандыру блогының жұмыс режимдерін оптимизациялауға қажетті математикалық модельдерді, бастапқы ақпараттың тапшылығы мен айқынсыздығы жағдайында құру болып табылады.

Зерттеу материалдары мен тәсілдері

Тауарлық мұнай өнімдері (газдардан басқасы) шикі мұнайдан бір қондырғы мен процесс арқылы тікелей өндірілмейді, олардың барлығы бірнеше қондырғыларда мұнайды алғашқы, екінші және терең өңдеу жолымен алынады. Бұл тізбекте бірінші болып, әрқашан ЭЛТС-АВТ технологиялық жүйесі болады. Тауарлық өнімдерді өндіру технологиялық тізбегінде барлық басқа қондырғылардың жұмыс тиімділігі, өндірілетін моторлық отындары, басқа өнімдердің көлемі мен сапасы, яғни мұнайды екінші, терең өңдеу процесстерінің техникалық-экономикалық тиімділіктері мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысының жұмыс нәтижесіне байланысты. Сол себептен мұнайды алғашқы өңдеу кезінде оны тұзсыздандыру мен сусыздандыру процесстерін тиімді, оптималды режимде жүргізілуі тиіс. Ұсынылған жұмыстың зерттеу нысаны мен материалдарына мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысының ЭЛТС блогы мен бұл блоктың сипаты және жұмыс режимдері жайлы материалдар, деректер, ақпараттар жатады.

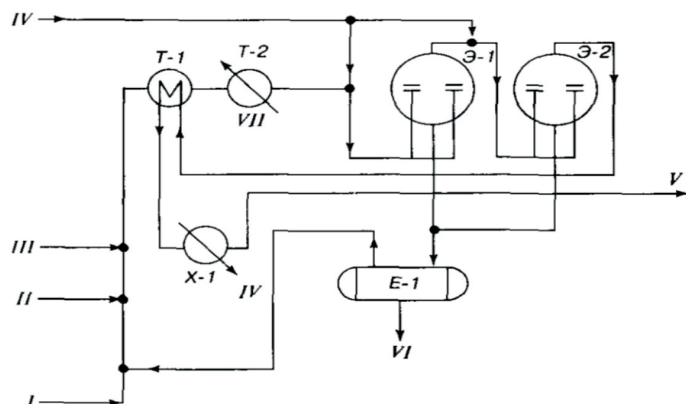
Қысқаша мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысы мен процесстерін сипаттайық (Orazbayev et al., 2020: 138; Manovyan et al., 2021: 568; Savchenkov 2023: 127). ЭЛТСҚ-АВҚ қондырғысының жоғарыда сипатталған блоктардың арқайсысы мұнайды тазарту және одан белгілі бір фракцияларды бөліп шығаруға арналған. Бірінші кезекте шикі мұнай ЭЛТС блогына түсіп, онда мұнайды тұзсыздандыру және сусыздандыру процесстері негізінде аталған зиянды қоспалардан тазарталады (Suleimenov et al., 2019: 117,). Содан кейін тұзсыздандырылған және сусыздаандырылған өнім қыздырылады да, АВ блогына беріледі, бұл блокта тазартқан мұнай төменгі және жоғарғы өнімдерге бөлінеді бөлінеді. Колоннаның төменгі жағынан тазартылған өнім негізгі атмосфералық колоннаға қайта бағыттталып, онда керосин, жеңіл дизель және ауыр дизель фракциялары бөлінеді.

Егер вакуумдық колонна қосылмаса, онда атмосфералық колоннаның төмегі жағынан алынған мазут тауарлық өнім ретінде алынады. Ал вакуумдық колонна қосылғанда мазут қыздырылады да вакуумдық колоннада одан жеңіл вакуумдық газойль, күнгірттелген өнім және маңызды өнім мұнай коксы алынатын гудрон бөлінеді. Бензиндік фракциялардың жоғарғы өнімдері араласады да, су мен газдардан босатылып, тұрақтандыру колоннасына

бағытталады. Өнімнің жоғарғы бөлігі салқындатылып, конденсат не газ түрінде буланады, ал төменгі бөлігі ары қарай фракцияларға бөліну үшін екінші өңдеуге жіберіледі.

ЭЛТС блогының технологиялық схемасы келесі сурет 1-де келтірілген. Мұнайшикізат резервуарларынаналынып, су және дезмульгатормен, сондай-ақ мұнайдың құрамында бейорганикалық қышқылдар болғанда, сілтімен немесе содамен араластырады. Содан кейін араласқан мұнай Т-1 жылуалмастырғышы мен Т-2 бу қыздырғышында қажетті температураға дейін қыздырылады. Ары қарай Т-2 бу қыздырғышынан мұнай Э-1 электродегидраторының бірінші сатысына беріледі. Э-1 электродегидраторында мұнайдың құрамындағы тұз бен судың негізгі бөлігі — мұнайдағы олардың мөлшері 10 есеге дейін тазарады. Э-1-ден мұнай Э-2 электро- дегидратордың екінші сатысына қайта өңдеуге беріледі. Э-2 электродегидратордың алдында тағы да су беріледі. Э-2-ден тұзсыздандырылған мұнай Т-1 жылуалмастырғыш және Х-1 тоңазытқышы арқылы қондырғыдан шығарылады, ал электродегидраторларында бөлінген суды қосымша тұндыру үшін Е-1 мұнай сепараторына жіберіледі. Е-1-де бөлінген мұнай шикізат сорғысына қайтарылады, ал су канализацияға жіберіліліп, тазартудан өтеді. Электродегидраторларды жеңіл мұнайлар 80100°С-та, ал ауыр мұнайлар 120140°С-та, тұзсыздандырылып, сусыздандырылады.

Шикі мұнайды алғашқы өңдеу атмосфералық колоннада атмосфералық немесе одан жоғары қысымда өтеді, ал қалдықтарды фракциялау — вакуумдық колоннада жүзеге асырылады. Атмосфералық және вакуумдық құбырлы колонналар (АҚ және ВҚ) тәуелсіз немесе біріктірілген (АВҚ) болады. Мұнай мен оның фракцияларын өңдеудегі негізгі міндеттердің бірі АВҚ түбінен жеңіл фракцияларды алу тереңдігін арттыру болып табылады. Әдетте өндірістік жағдайда қарастырылған тұзсыздандыру, сусыздандыру, колонналарда фракцияларға бөлу процесстері олардың модельдерін құруға қажетті ақпараттардың тапшылығы және айқынсыздығымен сипватталады.



I шикі мұнай; II дезмульгатор; III сілті; IV таза және қайта өңделген су; V тұзсыздандырылған, сусыздандырылған мұнай; VI канализацияға су; VII су буы.

Сурет 1 ЭЛТС блогының технологиялық схемасы

Бұл жағдай зерттеу объектісінің модельдерін құру үшін дәстүрлі тәсілдерге қосымша ақпарат тапшылығы және ақынсыздығы жағдайында модельдер құруға мүмкіндік беретін жүйелік және басқа тәсілдерді модификациялау, құру, джетілдіруді талап етеді. Осыған байланысты бұл зерттеу жұмысында нысандардың модельдерін құруда дәстүрлі аналитикалық (Mircea et al., 2023: 67; Rulov et al., 2022: 225; Shumscy et al., 2021: 307), эксперименталдық-статистикалық (Zhuang et al., 2022: 3804; Zhi-Wen et al., 2023: 152; Karmanov et al., 2022: 287) тәсілдер, сондай-ақ эксперттік бағалау (Lukianova, et al, 2022: 335, Voiko, 2020: 9), айқын емес жиындар тәсілдері (Dubois 2022: 3; Kahraman 2021: 18; Zimmermann, 2020: 525), кешенді қолданатын жүйелік тәсілдеме ұсынылып, қолданатын болады.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Бұл жұмыстың негізгі зерттеу нәтижесіне мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысы мен оның ЭЛТС блогы сияқты бастапқы ақпараттың тапшылығы және айқынсыздығымен сипатталатын күрделі технологиялық нысандардың математикалық модельдер кешенін құру әдістемесі жатады. Ұсынылған әдістеме келесі негізгі пункттерді қамтиды.

1. Технологиялық нысанды жүйелік талдау, оның жұмыс режимдері, күйі жайында модельдеріен құру үшін қолжетімді деректер мен ақпараттар жинап, өңдеу және модельдеу мақсатын анықтау;

2. Модельдеу мақсатын ескере отырып, технологиялық жүйенің әр элементіне құрылуы мүмкін модельдердің типтерін салыстыру және бағалау критерийлерін құру;

3. Құрылған критерийлер негізінде технологиялық жүйе агрегаттары модельдер типін эксперттік бағалау тәсілдері арқылы бағалап, интегрленген критерий мәні бойынша әр агрегатқа ең тиімді модель типін анықтау.

4. Жүйелік талдау мен эксперттік бағалау нәтижелерін ескере отырып және қолжетімді бастапқы ақпараттың сипаттамаларына байланысты әртүрлі модельдерді үлгілерді құрастырыңыз. Модельдің оңтайлы түрін анықтау және сәйкес әр агрегатқа оған тиімді модель типін құру үшін келесі пункттерге өту.

5. Зерттелетін технологиялық жүйе элементінің жұмысын сипаттайтын теориялық ақпарат жеткілікті болса және интегрленген критерий бойынша детерминделген модель максималды мәнге ие болса, онда ол үшін аналитикалық тәсілдер көмегімен, детерминделген модель құрылады. Басқаша жағдайда, келесі пунктке өту.

6. Егер зерттелетін технологиялық жүйе агрегатының жұмысын сипаттайтын статистикалық деректер жеткілікті болса немесе оларды тәжірибелер арқылы жинақтау мүмкін болса, ал интегрленген критерий бойынша статистикалық модель оптималды, яғни максималды мәнге ие болса, онда эксперименттік-статистикалық тәсілдер негізінде агрегаттың статистикалық моделін құрылады. Басқаша жағдайда, келесі пунктке өту.

7. Егер агрегаттың жұмысын сипаттайтын теориялық және статистикалық ақпараттар жеткіліксіз болса және мұндай ақпаратты жинау мүмкін болмаса

немесе экономикалық тұрғыдан тиімсіз болса, бірақ агрегат жайлы айқын емес ақпарат болса, онда келесі жағдайлар болуы мүмкін. Айқын емес модельді бағалайтын интегрленген критерий максималды мәнге ие болған жағдайда, егер агрегаттың кіріс параметрлері айқын, ал шығыс параметрлері айқын емес болса, онда оның айқын емес моделін құру үшін 9-пунктке өту. Ал агрегаттың кіріс те, шығыс та параметрлері айқыын емес болғанда, оның лингвистикалық моделін құру үшін келесі 8-пунктке өту.

8. Агрегаттың айқынсыз кіріс, режимдік параметрлері $\tilde{x}_i \in \tilde{A}_i, i = \overline{1, n}$ мен оның жұмыс сапасын сипаттайтын шығыс параметрлерін $\tilde{y}_j \in \tilde{B}_j, j = \overline{1, m}$ анықтау. Бұл параметрлер модель құру үшін қажет және лингвистикалық айнымалылар болып табылады, мұнда $\tilde{A}_i \in X, \tilde{B}_j \in Y$ – кіріс және шығыс параметрлерін сипаттайтын айқын емес ішкі жиындар, ал X, Y – әмбебап жиындар,

8.1. Шешім қабылдаушы тұлға (ШКТ), эксперттер қатысуымен эксперттік бағалау тәсілдері арқылы, модельденетін нысанның параметрлерін сипаттайтын термин жиындарды анықтау және айқын емес параметрлердің, яғни термдердің тиістілік функцияларын $\mu_{A_i}(\tilde{x}_i), \mu_{B_j}(\tilde{y}_j)$ құру.

Айқын емес ортада мұнай өңдеу өндірісі технологиялық объектілерін модельдеу тәжірибесіне негізінде, тиістілік функцияның келесі бейімделгіш құрылымын ұсынуға болады: $\mu_{B_j}^p(\tilde{y}_j) = \exp(Q_{B_j}^p | (y_j - y_{mdj})^{N_{B_j}^p} |)$, мұнда $\mu_{B_j}^p(\tilde{y}_j)$ нысанның шығыс айқынсыз параметрлерінің \tilde{B}_j айқын емес жиынына тиістілік функциясы; p – терм нөмері; $Q_{B_j}^p$ тиістілік функцияны идентификациялауда анықталатын айқынсыздық деңгейін бағалайтын параметр (коэффициент); $N_{B_j}^p$ термдердің тиістілік функциясының анықталу облысын анықтайтын және тиістілік функция графигінің формасын өзгертуге мүмкіндік беретін коэффициенттер; y_{mdj}^p p терміне ең сәйкес келетін айқын емес айнымалы. Бұл айнымалы келесі шарт бойынша анықталады:

$$\mu_{B_j}^p(y_{mdj}^p) = \max_j \mu_{B_j}(y_j).$$

8.2 Кіріс және шығыс лингвистикалық айнымалылар арасындағы байланыстарды анықтау, яғни \tilde{x}_i және \tilde{y}_j арасында айқын емес бейнеледі (отображение) \tilde{R}_{ij} құру. Есептеуде айқын емес бейнелеуді қолданудың ыңғайлылығы үшін оның тиістілік функциялары арқылы байланыстар матрицасын: $\mu_{R_{ij}}(\tilde{x}_i, \tilde{y}_j) = \min[\mu_{A_i}(\tilde{x}_i), \mu_{B_j}(\tilde{y}_j), i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}]$ анықтау. Содан кейін нысанның жалпы құрылымы келесідей: IF $\tilde{x}_1 \in \tilde{A}_1 (\tilde{x}_2 \in \tilde{A}_2 (\dots, (\tilde{x}_n \in \tilde{A}_n), \dots))$ THEN $\tilde{y}_j^M \in \tilde{B}_j, j = \overline{1, m}$ лингвистикалық модельдерін құру.

8.3 Композициялық қорытындылау ережесі $\tilde{B}_j = \tilde{A}_i \circ \tilde{R}_{ij}$ негізінде, зерттелетін жүйе агрегатының шығыс параметрлерінің айқын емес мәндерін анықтау, содан кейін айқын емес шешімдерден шығыс параметрлерінің сандық мәндерін анықтау. Мұнда композициялық қорытынды ережесін қолдана

отырып, агрегат жұмысының сапасын анықтайтын оның шығыс параметрлері анықталады, мысалы, максиминдің көбейту арқылы. \tilde{x}_i^* – эксперттер бағалаған агрегаттың кіріс айқын емес параметрлерінің мәндері болсын. Сонда кіріс параметрлерінің ағымдағы мәндерінің жиыны кіріс параметрлерінің тиістілік функцияларының максималды болатын: $\mu_{A_i}(\tilde{x}) = \max(\mu_{A_i}(\tilde{x}_i^*))$ айқын емес жиын ретінде анықталады. Содан кейін шығыс айнымалылардың айқын емес мәндері макимин көбейтіндісін өрнектейтін тиістілік функциялар түрінде: $\mu_{B_j}(\tilde{y}_j^*) = \max_{x_i \in X_i} \{\min[\mu_{A_i}(\tilde{x}_i^*), \mu_{R_{ij}}((x_i^*, \tilde{y}_j^*))]\}$ анықтау.

Агрегаттың шығыс параметрлерінің сандық мәндерін, олардың тиістілік функциялары максималды болатын аргумент ретінде келесі өрнек көмегімен дей анықтау келесі өрнек арқылы анықтау: $y_j^c = \arg \max_{\tilde{y}_j^*} \mu_{B_j}(\tilde{y}_j^*)$. Алынған модельдің адекваттығын тексеріп, қамтамасыз ету үшін 11-пунктке өту.

9. Агрегаттың кірісін, жұмыс параметрлерін және жұмыс сапасын сәйкесінше сипаттай отырып, оның анық кіріс $x_i \in A_i, i = \overline{1, n}$ және айқын емес шығыс $\tilde{y}_j \in \tilde{B}_j, j = \overline{1, m}$ параметрлерін анықтап, таңдау. Бұл параметрлер технологиялық жүйенің зерттелетін агрегатының айқын емес моделін құру үшін қажет.

9.1 Құрылатын айқын емес модельдердің құрылымын анықтау, яғни құрылымдық идентификациялау есебін шығару. Мысалы, айқын емес модель құрылымын регрессорларды біртіндеп қосу тәсілі негізінде айқын емес регрессиялық тендеулер түрінде анықтауға болады:

$$\tilde{y}_j = \tilde{a}_{0j} + \sum_{i=1}^n a_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{k=i}^n a_{ikj} x_{ij} x_{kj}, j = \overline{1, m}.$$

9.2 Айқын емес параметрлерді параметрлік идентификациялау есебін шешу, яғни айқын емес регрессия коэффициенттерін $(\tilde{a}_0, \tilde{a}_1, \dots, \tilde{a}_n)$, мысалы, α деңгейлі жиынындар арқылы модификацияланған ең кіші квадраттар тәсілі негізінде анықтау. Содан кейін құрылған айқын емес модельдің адекваттығын тексеріп, қамтамасыз ету үшін 11-пунктке өту.

10. Технологиялық жүйе агрегаттарының жұмысын сипаттайтын теориялық, статистикалық деректер мен айқын емес ақпараттар жеткіліксіз болса немесе оларды жинау экономикалық тұрғыдан тиімсіз болса және құрамдас (гибридті) модель үшін интегрленген критерий максималды балға ие болса, нысанның құрамдас модельін құру. Бұл жағдайда әртүрлі типтегі қолжетімді (теориялық, статистикалық, айқын емес) ақпарат негізінде құрамдас модель әзірленеді. Ол үшін нысанның белгілі бір параметрін сипаттау үшін жоғарыда сипатталған тәсілдемінің 6, 8, 9 пункттерінің түрлі комбинациялары қолданылады.

11. Модельдің адекваттығыен келесі шарт бойынша тексеру:

$R = \min_{j=1}^m (y_j^M - y_j^E)^2 \leq R_D$, мұнда y_j^M – нысанның модель арқылы анықталған (есептік) шығыс параметрлерінің мәні, y_j^E – оның тәжірибелік

(нақты) мәндері болып табылады, ал R_D – олардың арасындағы рқұсаттама ауытқу. Егер адекваттық шарты орындалса, онда модель нысанды модельдеуге және оның, біздің жағдайда ЭЛТС блогының жұмыс режимдерін оптимизациялауға ұсынылады. Егер адекваттық шарты орындалмаса, онда модельдің адекватсыздығының себебін анықтап, адекваттықтығын қамтамасыз ету үшін ұсынылған жүйелік тәсілдің жоғарыдағы сәйкес пунктеріне қайта өту. Құрылған модель адекватсыздығының негізгі себептері: модельге процеске айтарлықтай әсер ететін кейбір параметрлердің енбей қалуы; модельдің құрылымы және/немесе параметрлерінің дұрыс идентификацияландауы және т.б. болуы мүмкін.

Ұсынылған жүйелік тәсілдің жаңашылдығы мен модельді құруға арналған белгілі тәсілдердің артықшылығы, оның бастапқы ақпараттың тапшлығы мен ақынсыздығы жағдайында күрделі өндірістік жүйелердің түрлі қолжетімді ақпарат негізінде тиімді модельдерін құруға мүмкіндік беруінде. Сонымен қатар бұл тәсіл, ақынсыздықпен сипатталатын, ШҚТ мен эксперттер тәжірибесі білімі және интуициясы негізінде нысанның айқын емес және/немесе лингвистикалық модельдерін құруда қолданылады. Ал тәсіл жүйелік болғандықтан синергизм және эмержендендік эффект есебінен оның аталған күрделі жағдайда шынайы технологиялық жүйелердің модельдерін құруда үлкен тиімділікке ие болады. Жұмыста құрылып, сиратталған тәсіл жүйелік талдау тәсілдемесін, айқын емес ақпаратты жинауғ, формализациялау, өңдеп, қолдану үшін эксперттік бағалау мен айқын емес жиындар теорияларының тәсілдерін қолдануға негізделген.

Қорытынды

Мұнайды алғашқы өңдеу кезінде маңызды орын алптын шикі мұнайды тұзсыздандыру мен сусыздандыру процесі зерттеліп, бастапқы ақпараттың тапшылығы және айқынсыздығы жағдайында бұл процесстерді оптимизациялау үшін олардың математикалық модельдерін құрудың жүйелік тәсілі әзірленген. Ұсынылған тәсіл модельдер құрудың дәстүрлі тәсілдері мен қатар эксперттік бағалау және айқын емес жиындар тәсілдерін жүйелі қолану негізінде қолжетімді түрлі сипаттағы ақпараттар негізінде күрделі технологиялық жүйе агрегаттарының тиімді модельдерін құруға мүмкіндік тұғызады. Жасақталған тәсіл қолжетімді ақпараттар сипатына және жүйенің әр агрегатына тиімді модельді таңдау критерийлері мәндеріне байланысты детерминді, статистикалық, айқын емес, лингвистикалық не құрама модельді құруға арналған.

Технологиялық жүйе жұмысын жүйелік модельдеу қажет болған жағдайда, құрылған жеке агрегаттардың модельдер олардың байланыстары мен жүйеде өтетін процесстерді ескере отырып бір модельдер пакетіне біріктіру қажет болады. Ұсынылған жүйелік тәсіл көмегімен мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысының ЭЛТС блогы агрегаттарының тиімді модельдері құрылуда. Құрылған модельдер компьютерлік модельдеу негізінде аталған блоктың агрегаттарының тиімді жұмыс режимдерін анықтау арқылы тұзсыздандыру және сусыздандыру процесстерін оптимизациялауға қолданылатын болады.

REFERENCES

- Assanova B., Orazbayev B., Moldasheva Zh., Shuitenov G., Dyussembina 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. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.202> (In Kaz).
- Akhmetov S.A. et al. (2018). Technology and equipment for oil and gas processing processes. — St.Petersburg: Nedra. — 2018. — 868 p. (In Rus.).
- Boiko Y. (2020). Methods of forming an expert assessment of the criteria of an information system for managing projects and programs // *Computer sciences.* —2020. —Vol. 5. — Pp. 911. (In Eng).
- Dubois D. (2022). The role of fuzzy sets indecision sciences: old techniques and new direction // *Fuzzy Set. Syst.* — 2022. — Vol. 184. — Pp. 3–17.
- Kahraman C. (2021). Multi-criteria decision-making methods and fuzzy sets. In *Fuzzy multi-criteria decision making.* — 2021. — Springer. — P. 18. (In Eng).
- Kapustin V., Rudin M. (2021). *Chemistry and Technology of Oil Refining.* Begell House, Inc. — 2021. — P 107. (In Eng).
- Karmanov F.I., Ostreykovsky V.A. (2022). Statistical methods for processing experimental data using the MathCad package, Infra-M, Moscow. — 2022. — P. 287. (In Rus.).
- Kulov N.N., Gordeev, L.S. (2022). Mathematical modeling in chemical engineering and biotechnology // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering.* — 2022. — Vol. 48. — Pp. 225–229. (In Eng).
- Lukianova V., Shutuyak Y., Polozova V. (2019). Expert assessment method in socio-economic research and Scales transformations. *Advances in Economics, Business and Management Research.* — 2019. — Vol. 99(3). — Pp. 355360. (In Eng).
- Manovyan A.K. (2021). Technology of primary processing of oil and natural gas. -M.:Chemistry, -2021.-Pp. 568. (In Rus.).
- Mircea C., Agachi S., Marimoiu V. (2023). Simulation and Model Predictive Control of a UOP Fluid Catalytic Cracking // *Chemical Engineering and Processing.* — 2023. —Vol. 42. — Pp. 67–75. (In Eng).
- Moldasheva Zh., Orazbayev B., Assanova B., Iskakova Sh., Orazbayeva K. (2022). Optimization of operation modes of reforming reactors of a catalytic reforming unit on the basis of computer modeling // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series information technology* — 3 (343) Sept – September — 2022. — Pp. 164–185. https://doi.org/10.32014_2518-1726_2022_343_3_71-90 (In Rus.).
- Orazbayev B.B. et al. (2023). Methods of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making for Controlling the Operating Modes of the Stabilization Column of the Primary Oil-Refining Unit // *Mathematicsiso* — 2023, — 11, 2820. — Pp. 1–20. <https://doi.org/10.3390/math11132820/> (in Eng).
- Orazbayev B., Moldashev Zh., Goncharov B., Orazbayeva K. (2022). Diagnostics and systems of oil transportation through main pipelines // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series information technology. Series Physico-mathematical,* — 2022, — 2 (342). — Pp.112–129. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1726.133> (In Rus.).
- Orazbayev B., Zhumadillayeva A., Dyussekeyev K., Santeyeva S., (2021). Xiao-Guang Yue. Development mathematical models of petrol reforming reactors of the LG-35-11 / 300-95 installation based on a system approach // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series Physico-mathematical,* — 2021, — 5 (339). — Pp.145–152. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1726.95> (In Rus.).
- Orazbayev B.B., Orazbayeva K.N., Utenova B.E. (2020). Development of Mathematical Models and Modeling of Chemical Engineering Systems under Uncertainty // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering.* — 2020. — Vol. 48(4). — Pp. 138–149. (In Eng).
- Sadeghbeigi R. (2020). *Fluid Catalytic Cracking Handbook.* 2nd ed. Gulf Publishing. — 2018. — P 405. (In Eng)
- Savchenkov A.L. (2023). Primary processing of oil and gas. 2nd ed. -Tyumen: TyumSOGU, — 2023. — P. 127.

Shumsky V.M., Zyryanova L.A. (2021). Engineering tasks in oil refining and petrochemistry, Chemistry. — 2021. — P.307. (In Rus.).

Suleimenov E.B., Makeev D.S. (2019). Technological regulations for the installation of ELOU-AT-2 TR-2-015-008-2019. -Atyrau: published by AUNG. — 2019. — P.117. (In Rus.).

Tanatarov M.A. et al. (2018). Technological processes of oil refining plants. -M.: Chemistry, — 2018. — P 357. (In Rus.).

Zatonskiy A.V., Tugashova L.G., Alaeva N.N. (2019). Controlling the Oil Rectification Process in a Primary Oil Refining Unit Using a Dynamic Model // Petroleum Chemistry. — 2019. — Vol. 57. — Pp.1121–1131. (in Eng).

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. (In Eng).

Zhi-Wen, Zh, De-Hui W. (2023). Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model, Mathematical and Computer Modelling, — 2023. — Vol.56. — Pp.152166. (In Eng).

Zimmermann H.-J. (2020). Fuzzy Set Theory – and Its Applications: Springer Science+Business Media. — 2020, LLC. Fifth Edition. — P. 525, (In Eng).

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 237–252

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.232>

UDC 004.9

© S. Serikbayeva^{1*}, M. Bolsynbek¹, A. Abduvalova², A. Abdykhalyk¹,
D. Anuarbek¹, 2023

¹Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Department
of Information Systems, Astana, Kazakhstan;

²Taraz Regional University named after M.KH.Dulaty, Taraz, Kazakhstan.
E-mail: mbolsynbek@bk.ru

APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO PREDICT SOIL QUALITY: ALGORITHMS AND TECHNIQUES

Serikbayeva Sandugash — PhD, Senior Lecturer of the Department of Information Systems, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: inf_8585@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1729-6875>;

Bolsynbek Mukhammed — doctoral student of the Department of Information Systems, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: mbolsynbek@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0233-1984>;

Abduvalova Ainur — acting associate professor of the Department «Information Systems», Taraz regional university named after M. KH. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

E-mail: abduvalova_ad@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4683-7821>;

Abdykhalyk Aidos — associate professor of the Department of algebra and geometry, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: aidoskaztest@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6634-3634>;

Anuarbek Dias — master's student of the Department of Information Technologies, L.N. Gumilev Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: anuarbekdez2@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4566-1046>.

Abstract. Machine learning allows agricultural specialists and researchers to study and optimize soil parameters more effectively, which contributes to improving the quality of agricultural processes and increasing yields. The article discusses a variety of algorithms, such as linear regression, decision trees, random forests, neural networks, the principal component method, the support vector method and clustering methods, as well as ensemble methods. Taking into account the variability of data and the tasks of agricultural crops, the choice of a suitable machine learning method becomes a key point in the process of analyzing and predicting soil parameters. The article emphasizes the importance of this area and summarizes the best practices for solving agricultural problems. The research conducted in this area not only contributes to improving the quality of agriculture, but also can significantly influence environmental sustainability and land management.

The article highlights the prospects of using machine learning in agriculture and contributes to the development of this important area of research.

Keywords: Machine learning, soil quality forecasting, machine learning algorithms, neural networks, agriculture

Financing: There is no source of funding for this study.

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

© С.К. Серикбаева^{1*}, М.Қ. Болсынбек¹, А.Д. Абдувалова²,
А.Т. Абдыхалық¹, Д.Е. Ануарбек¹, 2023

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

²М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан.

E-mail: mbolsynbek@bk.ru

ТОПЫРАҚ САПАСЫН БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУ: АЛГОРИТМДЕР МЕН ӘДІСТЕР

Серикбаева Сандугаш Курманбековна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, PhD, Астана, Қазақстан
E-mail: inf_8585@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1729-6875>;

Болсынбек Мұхаммед Құрманбекұлы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының докторанты, Астана, Қазақстан
E-mail: mbolsynbek@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0233-1984>;

Абдувалова Айнура Джумабевна — М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының доцент м.а., т.ғ.к., Тараз, Қазақстан
E-mail: abduvalova_ad@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4683-7821>;

Абдыхалық Айдос Тұрсынбайұлы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің алгебра және геометрия кафедрасының доценті, Астана, Қазақстан
E-mail: aidoskaztest@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6634-3634>;

Ануарбек Диас Есенгельдыұлы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының магистранты, Астана, Қазақстан
E-mail: anuarbekdez2@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4566-1046>.

Аннотация. Машиналық оқыту ауылшаруашылық мамандары мен зерттеушілеріне топырақ параметрлерін тиімдірек зерттеуге және оңтайландыруға мүмкіндік береді, бұл ауылшаруашылық процестерінің сапасын жақсартуға және өнімділікті арттыруға көмектеседі. Мақалада сызықтық регрессия, шешім қабылдау ағаштары, кездейсоқ ормандар, нейрондық желілер, негізгі компоненттер әдісі, тірек векторлар әдісі және кластерлеу әдістері және ансамбль әдістері сияқты әртүрлі алгоритмдер қарастырылады. Деректер мен ауылшаруашылық дақылдарының міндеттерінің өзгергіштігін ескере отырып, машиналық оқытудың қолайлы әдісін таңдау топырақ параметрлерін талдау және болжау процесінде шешуші болады. Мақала осы саланың маңыздылығын көрсетеді және ауылшаруашылық мәселелерін шешудің ең жақсы тәжірибелерін жинақтайды. Осы салада жүргізілген зерттеулер ауыл шаруашылығының сапасын жақсартуға ықпал етіп қана қоймай, сонымен қатар экологиялық тұрақтылық

пен жер ресурстарын басқаруға айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Мақала ауыл шаруашылығында машиналық оқытуды пайдалану перспективаларын көрсетеді және осы маңызды зерттеу саласының дамуына үлес қосады.

Түйін сөздер: Машиналық оқыту, топырақ сапасын болжау, машиналық оқыту алгоритмдері, нейрондық желілер, ауыл шаруашылығы

Қаржыландыру: Бұл зерттеу жұмысын қаржыландыру көзі жоқ.

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

© С.К. Серикбаева^{1*}, М.К. Болсынбек¹, А.Д. Абдувалова²,
А.Т. Абдыхалық¹, Д.Е. Ануарбек¹, 2023

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

²Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан.
E-mail: mbolsynbek@bk.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ: АЛГОРИТМЫ И МЕТОДИКИ

Серикбаева Сандугаш Курманбековна — PhD, старший преподаватель кафедры информационных систем, Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: inf_8585@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-1729-6875> ;

Болсынбек Мухаммед Курманбекович — докторант кафедры информационных систем, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: mbolsynbek@bk.ru <https://orcid.org/0009-0001-0233-1984>;

Абдувалова Айнура Джумабевна — Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, к.т.н., и.о. доцента кафедры «Информационные системы», Тараз, Казахстан

E-mail: abduvalova_ad@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-4683-7821>;

Абдыхалық Айдос Турсынбаевич — доцент кафедры алгебры и геометрии, Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: aidoskaztest@mail.ru <https://orcid.org/0009-0001-6634-3634>;

Ануарбек Диас Есенгельдиевич — докторант кафедры информационных систем, Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: anuarbekdez2@gmail.com <https://orcid.org/0009-0000-4566-1046>.

Аннотация. Машинное обучение позволяет сельскохозяйственным специалистам и исследователям более эффективно изучать и оптимизировать параметры почвы, что способствует повышению качества сельскохозяйственных процессов и увеличению урожайности. В статье рассматриваются разнообразные алгоритмы, такие как линейная регрессия, деревья принятия решений, случайные леса, нейронные сети, метод главных компонент, метод опорных векторов и методы кластеризации, а также методы ансамблей. С учетом вариабельности данных и задач агрокультур, выбор подходящего метода машинного обучения становится ключевым

моментом в процессе анализа и прогнозирования параметров почвы. Авторы подчеркивают значимость этой области и обобщают лучшие практики для решения сельскохозяйственных задач. Исследования в данной области, не только способствуют повышению качества сельского хозяйства, но также значительно влияют на экологическую устойчивость и управление земельными ресурсами. В статье представлены перспективы использования машинного обучения в сельском хозяйстве, что вносит вклад в развитие этой важной области исследований.

Ключевые слова: машинное обучение, прогнозирование качества почвы, алгоритмы машинного обучения, нейронные сети, сельское хозяйство

Финансирование: в данной исследовательской работе нет источника финансирования.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Топырақ-адамзат пен қоршаған орта үшін үлкен маңызы бар құнды табиғи ресурс. Топырақтың сапасы ауыл шаруашылығына, экологиялық тұрақтылыққа және сайып келгенде адам денсаулығына әсер етеді. Жер ресурстарын пайдалануды оңтайландыру және тұрақты егіншілік стандарттарын сақтау қазіргі әлемде маңызды міндеттерге айналуда.

Топырақ сапасы ауыл шаруашылығының өнімділігі мен экологиялық тұрақтылығының негізгі анықтаушысы болып табылады. Қоректік заттардың мөлшері, рН деңгейі және құрылымы сияқты топырақ параметрлерін түсіну және болжау ауыл шаруашылығы тәжірибесін оңтайландыру, дақылдардың жоғары өнімділігіне қол жеткізу және жерді тиімді басқару үшін өте маңызды. Дәстүр бойынша, топырақты талдау уақытты қажет ететін көп уақытты қажет ететін әдістерге негізделген, бірақ машиналық оқытудың пайда болуы тезірек және дәлірек шешімдерді ұсына отырып, осы салада төңкеріс жасады (Чинилин, 2018).

Топырақтың сапасын болжау және оның сипаттамаларын түсіну ауыл шаруашылығы мен қоршаған ортаны басқарудың негізгі элементтеріне айналды. Дегенмен, топыраққа қатысты деректердің күрделілігі мен көлеміне байланысты дәстүрлі талдау әдістері жиі жеткіліксіз болып шығады. Осы мәселелердің туындауынан машина оқыту тиімді болып келеді.

Машиналық оқыту деректерді талдауға, үлгілерді анықтауға және болашақ топырақ сапасының мәндерін болжауға арналған қуатты құралдарды ұсынады. Бұл мақалада біз топырақты талдауда машиналық оқытуды қолдану үшін қолданылатын әртүрлі алгоритмдер мен әдістерді қарастырамыз. Біз сондай-ақ топырақ сапасын болжауда жақсы нәтижелерге қол жеткізу үшін деректерді жинау мен өңдеудің және географиялық контекстті есепке алудың маңыздылығын талқылаймыз.

Машиналық оқыту арқылы топырақ сапасын түсіну және болжау тұрақты жерді басқару мен ауыл шаруашылығына қол жеткізудің негізгі құралы болып табылады, бұл өз кезегінде біздің планетамыздың сақталуына және азық-түлік қауіпсіздігіне ықпал етеді.

Тұрақты ауыл шаруашылығы мен экологиялық тұрақтылық барған сайын маңызды болып отырған қазіргі әлемде топырақ сапасын болжау маңызды болып табылады. Топырақ сапасы ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігіне, жерді пайдалану тиімділігіне және табиғи ресурстарды сақтауға тікелей әсер етеді. Осы тұрғыда машиналық оқытуды қолдану топырақ жағдайын талдау және болжау үшін қуатты құралға айналады.

Бұл зерттеуде біз топырақ сапасын болжау үшін қолданылатын әртүрлі алгоритмдер мен машиналық оқыту әдістерін қарастырамыз. Біз олардың қалай жұмыс істейтінін тереңірек зерттейміз, сондай-ақ болжам дәлдігін жақсарту үшін қандай деректер түрлері мен параметрлерді пайдалануға болатынын талдаймыз. Топырақ сапасын бағалаудың дәл және сенімді үлгілерін әзірлеу тек ауыл шаруашылығы үшін ғана емес, сонымен қатар жерді тұрақты басқару және жалпы экологиялық тұрақтылық үшін де үлкен маңызға ие.

Соңғы онжылдықтардағы машиналық оқыту мен жасанды интеллект саласындағы жетістіктер зерттеушілер мен фермерлер үшін топырақты басқарудың сапасы мен тиімділігін арттыру үшін жаңа перспективалар ашты. Машиналық оқыту топырақтың тығыздығы, ылғал деңгейі, қоректік заттардың мазмұны және бұрын өте қиын және көп уақытты қажет ететін басқа параметрлер сияқты топырақ денсаулығына әсер ететін көптеген факторларды талдауға мүмкіндік береді.

Бұл жұмыста ұсынылған тәсілдерді ауыл шаруашылығында да, экологиялық жобаларда да топырақ сапасын бақылау және жақсарту үшін қолдануға болады. Осы әдістерді ауылшаруашылық операцияларына біріктіру арқылы өнімділікті оңтайландыруға, шығындарды азайтуға және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға қол жеткізуге болады.

Топырақ сапасын болжау үшін машиналық оқытуды қолдануды зерттеу ауыл шаруашылығының тұрақты дамуына және қоршаған ортаны қорғауға елеулі үлес қосатын өзекті және перспективалы бағыт болып табылады. Бұл жұмыста біз әртүрлі әдістерді қарастырамыз, олардың артықшылықтары мен шектеулеріне талдау жасаймыз, сондай-ақ топырақ сапасын жақсарту және болашақта ауыл шаруашылығының тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін осы әдістерді практикалық қолдану бойынша ұсыныстар береміз.

Бұл жұмыста біз машиналық оқытудың классикалық және заманауи әдістерін, сондай-ақ топырақ сапасын болжау мәселесін шешу үшін терең оқытуды қолдануды қарастырамыз. Біздің мақсатымыз-топырақ сапасын дәлірек және сенімді болжауға ықпал ететін өзекті тәсілдер мен технологияларға шолу жасау, бұл өз кезегінде ауыл шаруашылығының тұрақты дамуына және қоршаған ортаны қорғауға ықпал етеді.

Топырақты талдауда машиналық оқытуды қолдану үшін қолданылатын әртүрлі алгоритмдер мен әдістерге шолу

Машиналық оқыту-деректерді талдау және зерттеу үшін алгоритмдерді қолданатын жасанды интеллект саласы. Бұл алгоритмдер заңдылықтарды анықтауға және осы мәліметтер негізінде болжам жасауға арналған. Ауыл шаруашылығында Машиналық оқыту ауа-райы мен топырақ жағдайынан бастап өнімділік пен нарық деректеріне дейінгі ақпараттың кең ауқымын талдау үшін қолданылады (Симбатова, 2016).

Ауыл шаруашылығында машиналық оқытуды қолданудың бірнеше әдісі бар. Мұнда бірнеше мысалдар келтірілген:

Дәл егіншілік

Дәл егіншілік өнімділікті оңтайландыру және қалдықтарды азайту үшін деректер мен технологияларды пайдалануды қамтиды. Машиналық оқыту алгоритмдері датчиктерден, дрондардан және басқа көздерден алынған деректерді талдап, су немесе қоректік заттар жетіспейтін өріс аймақтарын анықтай алады. Содан кейін бұл ақпаратты суаруды түзету немесе ұрықтандыру, дақылдардың денсаулығын жақсарту және қалдықтарды азайту үшін пайдалануға болады.

Егінді бақылау

Машиналық оқыту алгоритмдерін дақылдарды бақылау және өнімділікті болжау үшін де пайдалануға болады. Сенсорлық деректер мен спутниктік суреттерді талдай отырып, бұл алгоритмдер аурудың немесе стресстің алғашқы белгілерін анықтап, фермерлерге шара қолдану керектігін ескертеді. Олар сондай-ақ ауа-райына және басқа факторларға негізделген өнімділікті болжай алады, бұл фермерлерге егін жинауды жоспарлауға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Мал шаруашылығын басқару

Машиналық оқыту мал шаруашылығын басқаруды жақсарту үшін де қолданылады. Сенсорлар мен бақылау құрылғыларындағы деректерді талдай отырып, бұл алгоритмдер жануарлардың денсаулығы мен мінез-құлқын бақылап, фермерлерге ықтимал мәселелер туралы ескертеді. Олар сондай-ақ жануардың қашан өсіруге немесе сатуға дайын болатынын болжай алады, бұл фермерлерге өз операцияларын оңтайландыруға және тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Егін және топырақ талдауы

Машиналық оқыту алгоритмдерін фермерлерге олардың дақылдары мен топырағының жай-күйі туралы құнды ақпарат бере отырып, топырақ үлгілері мен дақылдарды талдау үшін де пайдалануға болады. Датчиктер мен басқа көздерден алынған деректерді талдай отырып, бұл алгоритмдер қоректік заттардың жетіспеушілігін, PH теңгерімсіздігін және басқа мәселелерді анықтай алады, бұл фермерлерге түзету шараларын қабылдауға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Машиналық оқыту топырақ сапасын талдау және болжау үшін қолдануға болатын алгоритмдер мен әдістердің кең ауқымын ұсынады. Міне, осы салада кеңінен қолданылатын бірнеше негізгі алгоритмдер мен әдістер:

Сызықтық регрессия: бұл әдіс әртүрлі факторлар мен топырақ параметрлері арасындағы сызықтық қатынастарды модельдеуге мүмкіндік береді. Мысалы, сызықтық регрессияны химиялық талдауларға негізделген топырақтағы белгілі бір қоректік заттардың құрамын болжау үшін пайдалануға болады.

Шешім қабылдау ағаштары: шешім қабылдау ағаштары РН, органикалық заттар және топырақ құрылымы сияқты әртүрлі белгілерге негізделген деректерді кішірек топтарға бөледі. Бұл топырақ сапасына әсер ететін негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік береді.

Кездейсоқ орман: кездейсоқ орман-бұл тұрақтылық пен дәлірек болжамдарды қамтамасыз ететін шешім қабылдау ағаштарының ансамблі. Ол маңызды белгілерді автоматты түрде анықтай алады және топырақ параметрлері арасындағы күрделі қатынастарды анықтай алады.

Нейрондық желілер: нейрондық желілерді қолдана отырып терең оқыту деректердегі күрделі сызықтық емес заңдылықтар мен қатынастарды автоматты түрде ажырата алады. Бұл әсіресе топырақ сапасына әсер ететін көптеген параметрлерді талдауда пайдалы.

Негізгі компонент әдісі (PCA): PCA деректердің өлшемділігін төмендету және топырақтың маңызды белгілерін бөліп көрсету үшін қолданыла алады. Бұл негізгі ақпаратты сақтай отырып, талдауды жеңілдетуге және параметрлер санын азайтуға мүмкіндік береді.

Анықтамалық векторлық әдіс (SVM): SVM топырақ деректерін жіктеу және регрессиялау үшін қолданылады. Ол "егіншілікке жарамды" немесе "жарамсыз" сияқты топырақ сапасының санаттарын анықтау үшін қолданылуы мүмкін".

Кластерлік талдау: бұл әдіс топырақ үлгілерін олардың ұқсастығына қарай топтастыруға мүмкіндік береді. Бұл әртүрлі аймақтар немесе учаскелер арасындағы топырақ сипаттамаларының айырмашылықтарын анықтау үшін пайдалы.

Ансамбль әдістері: бэггинг және бустинг сияқты бірнеше модельдерді біріктіру болжамдардың сапасын жақсартады және модельдің тұрақтылығын арттырады.

Бұл машиналық оқыту әдістері қол жетімді деректер негізінде топырақ сапасын талдауға және болжауға қабілетті модельдер жасауға мүмкіндік береді. Нақты алгоритмді таңдау деректердің сипатына, тапсырмаға және қол жетімді ресурстарға байланысты. Сондай-ақ, көптеген зерттеушілер топырақ сапасын талдау мен болжауда жақсы нәтижелерге қол жеткізу үшін бірнеше әдістерді біріктіретінін ескеру маңызды.

Деректерді жинау және өңдеу

Топырақты талдауға машиналық оқытуды қолдану үшін химиялық

құрамы, құрылымы, тыңайтқыш тарихы, климаттық деректер және т.б. сияқты әртүрлі топырақ параметрлері туралы деректерді жинау қажет. Географиялық контекстті де ескеру маңызды, өйткені топырақтың сапасы әр түрлі аймақтарда әр түрлі болуы мүмкін (Жуков, 2015).

Деректерді өңдеу деректерді тазалауды, қалыпқа келтіруді және машиналық оқыту үлгілерін оқытуға жарамды пішімге түрлендіруді қамтиды.

Топырақтың сипаттамаларын болжай алатын Машиналық оқыту моделін құру үшін топырақ параметрлері мен сәйкес кіріс параметрлері туралы ақпаратты қамтитын мәліметтер жиынтығы қажет. Модельді тиімді оқыту үшін жеткілікті деректердің болуын қамтамасыз ету маңызды. Деректер неғұрлым көп болса, модельдің нәтижелері соғұрлым дәл және сенімді болады. Сондай-ақ деректердің сапасына назар аудару, ауытқуларды, жетіспейтін мәндерді немесе қателерді тексеру және топырақтың әртүрлі сипаттамалары үшін деректердің тепе-теңдігін қамтамасыз ету маңызды (Смирнова, 2017).

Қажетті мәліметтер жиынтығын жинаудың екі әдісі бар: жергілікті жерде өз бетінше ақпарат жинау немесе топырақ пен ауылшаруашылық дақылдары туралы ақпарат жинаумен айналысатын аграрлық ұйымдар, ғылыми-зерттеу мекемелері немесе мемлекеттік органдар ұсынатын ашық деректер жиынтығын пайдалану.

Деректер жиынтығы немесе dataset-бұл өзара байланысты және белгілі бір форматта ұйымдастырылған құрылымдық немесе құрылымданбаған мәліметтер жиынтығы. Мұндай деректер жиынтығы сандық мәндерді, мәтіндік ақпаратты, суреттерді, аудио файлдарды және басқа да деректер түрлерін қамтуы мүмкін.

Деректер жиынтығы деректерді талдау және машиналық оқыту контекстінде қолданылады, мұнда деректер модельдерді оқыту, үлгілерді анықтау, болжау және шешім қабылдау үшін қолданылады. Ол кесте, матрица, тізім немесе басқа деректер құрылымы ретінде ұсынылуы мүмкін, онда әр жол Жеке деректер элементін білдіреді және бағандарда сол деректердің әртүрлі атрибуттары немесе сипаттамалары болады. Деректер жиынтығын сауалнамалар, эксперименттер, сенсорлар, мәліметтер базасы және интернет сияқты әртүрлі көздерден алуға болады. Оны шығарындыларды жою, өткізіп алған мәндерді толтыру немесе нақты талдау немесе модельдеу тапсырмаларында пайдалану ыңғайлылығы үшін деректер пішімін өзгерту үшін алдын ала өңдеуге, тазартуға және түрлендіруге болады (Сахабиев, 2015). Деректер жиынтығының маңызды сипаттамалары оның мөлшері, әртүрлілігі, сапасы, қол жетімділігі және өзектілігі болып табылады. Дұрыс деректер жиынтығын таңдау деректерді талдау мен машиналық оқытудағы маңызды қадам болып табылады, өйткені деректердің сапасы мен репрезентативтілігі талдаудан алынған модельдер мен тұжырымдардың нәтижелері мен сенімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Деректер көзі ретінде Kaggle сайтынан dataset пайдалану туралы шешім қабылданды (Kaggle

Research Prediction Competition, 2014). Dataset сілтемесі: <https://www.kaggle.com/datasets/prasanshasatpathy/soil-types>.

Мақсаты алгоритм-оқытылған модельді қолдану арқылы фотосурет арқылы топырақ түрін анықтау және егін отырғызу бойынша ұсыныстар беру.

Топырақты тану бағдарламасы Google colab кодын іске қосу ортасын пайдаланып Python тілінде жазылған. Мақсатқа жету үшін TensorFlow кітапханасында орналасқан mobilenetv2 алдын - ала дайындалған конволюциялық keras нейрондық желі қолданылды (Trendo, 2019).

Мұнда Mobile Net V2 пайдаланудың кейбір артықшылықтары берілген:

*Тиімділік: MobileNetV2 Модель өлшемі бойынша да, есептеу талаптары бойынша да тиімді болатындай етіп жасалған. Бұл мобильді немесе EDGE перифериялық құрылғылары сияқты есептеу ресурстары шектеулі сценарийлер үшін жақсы таңдау.

*Жылдамдық: жеңіл архитектурасының арқасында MobileNetV2 логикалық тұжырымды тез орындай алады, бұл оны нақты уақыт режимінде немесе нақты уақыт режимінде қолданбалар үшін практикалық таңдау жасайды.

*Зерттелген технологиялардың үлкен базасы: MobileNetV2 imagenet-тің үлкен деректер жиынтығында алдын-ала дайындалған, яғни ол кескінді жіктеудің әртүрлі тапсырмалары үшін пайдалы болуы мүмкін көптеген мүмкіндіктерді зерттеді.

* Трансферлік оқыту: MobileNetV2 трансферлік оқыту үшін жиі қолданылады. Сіз imagenet-те желі үйренген мүмкіндіктердің артықшылығын пайдалана аласыз және оларды нақты деректер жиынтығы үшін дәл реттей аласыз. Бұл көбінесе тезірек конвергенцияға және өнімділіктің жоғарылауына әкеледі.

*Икемділік: MobileNetV2 сіздің нақты талаптарыңызға сәйкес келетін масштабтау коэффициенті мен кіріс өлшемін таңдауға мүмкіндік береді. Оны кескіннің әртүрлі өлшемдері мен сапасына оңай бейімдеуге болады.

*Дәлдік: MobileNetV2 тиімді болу үшін жасалғанына қарамастан, ол әлі де ақылға қонымды дәлдікті қамтамасыз етеді, әсіресе сынып саны салыстырмалы түрде аз топырақ түрлерін жіктеу сияқты тапсырмалар үшін.

Нейрондық желіні оқыту және тексеру үшін топырақтың 5 түрі бар датасет қолданылды: кара топырақ (кара топырақ), латеритті топырақ, күл, шымтезек топырағы, сары топырақ(сары топырақ).

Датасет тек оқу үшін пайдаланылды. Нейрондық желіні одан әрі пайдалану кез-келген топырақ фотосуреттерін жүктеуге мүмкіндік береді.

1. MobileNetV2 көмегімен CNN моделін құру

```
base_model = MobileNetV2(input_shape=(IMG_HEIGHT, IMG_WIDTH, 3),  
include_top=False, weights='imagenet')
```

```
x = GlobalAveragePooling2D()(base_model.output)
```

```
x = Dense(1024, activation='relu')(x)
```

```
predictions = Dense(NUM_CLASSES, activation='softmax')(x)
```

```
model = Model(inputs=base_model.input, outputs=predictions)
2. Кіріс деректерін алдын ала өңдеу және модельді оқытуды бастау
train_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1./255, shear_range=0.2, zoom_
range=0.2, horizontal_flip=True)
train_generator = train_datagen.flow_from_directory(train_dir, target_
size=(IMG_HEIGHT, IMG_WIDTH),
batch_size=BATCH_SIZE, class_mode='categorical')
test_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1./255)
test_generator = test_datagen.flow_from_directory(test_dir, target_
size=(IMG_HEIGHT, IMG_WIDTH),
batch_size=BATCH_SIZE, class_mode='categorical')
# Train the model
model.fit(train_generator, epochs=EPOCHS, validation_data=test_generator)
3. Фотосурет бойынша топырақ түрін болжау
from tensorflow.keras.preprocessing import image
def predict_soil_type(image_path):
img = image.load_img(image_path, target_size=(IMG_HEIGHT, IMG_
WIDTH))
img_array = image.img_to_array(img)
img_array = np.expand_dims(img_array, axis=0)
img_array /= 255.0
predictions = model.predict(img_array)
predicted_class = np.argmax(predictions)
for class_label, class_idx in class_labels.items():
if class_idx == predicted_class:
return class_label
4. Фотосуретті жүктеу және болжау функциясын шақыру
image_path = '/example.jpg'
predicted_soil_type = predict_soil_type(image_path)
print("Predicted Soil Type:", predicted_soil_type)
Оқытылған нейрондық желіні сынау үшін шымтезек топырағының
фотосуреті алынды. image_path = '/example1.jpg'
predicted_soil_type = predict_soil_type(image_path)
print("Predicted Soil Type:", predicted_soil_type)
Нейрондық желіні оқыту процесі:
Epoch 1/20
5/5 [=====] - 19s 3s/step - loss: 2.6404 -
accuracy: 0.2785 - val_loss: 1.4270 - val_accuracy: 0.4937
Epoch 2/20
5/5 [=====] - 19s 4s/step - loss: 1.2445 -
accuracy: 0.5570 - val_loss: 0.8380 - val_accuracy: 0.7215
Epoch 3/20
```

5/5 [=====] - 19s 4s/step - loss: 0.9527 - accuracy: 0.6962 - val_loss: 0.6327 - val_accuracy: 0.8038
Epoch 4/20
5/5 [=====] - 15s 3s/step - loss: 0.5256 - accuracy: 0.8101 - val_loss: 0.4505 - val_accuracy: 0.8418
Epoch 5/20
5/5 [=====] - 18s 4s/step - loss: 0.3974 - accuracy: 0.8418 - val_loss: 0.3311 - val_accuracy: 0.8481
Epoch 6/20
5/5 [=====] - 15s 3s/step - loss: 0.3445 - accuracy: 0.8861 - val_loss: 0.3238 - val_accuracy: 0.8671
Epoch 7/20
5/5 [=====] - 15s 3s/step - loss: 0.3166 - accuracy: 0.8608 - val_loss: 0.2688 - val_accuracy: 0.9114
Epoch 8/20
5/5 [=====] - 20s 4s/step - loss: 0.2432 - accuracy: 0.9051 - val_loss: 0.1930 - val_accuracy: 0.9430
Epoch 9/20
5/5 [=====] - 17s 4s/step - loss: 0.2372 - accuracy: 0.9367 - val_loss: 0.2088 - val_accuracy: 0.9367
Epoch 10/20
5/5 [=====] - 14s 3s/step - loss: 0.1726 - accuracy: 0.9494 - val_loss: 0.1968 - val_accuracy: 0.9367
Epoch 11/20
5/5 [=====] - 19s 4s/step - loss: 0.1830 - accuracy: 0.9494 - val_loss: 0.1710 - val_accuracy: 0.9430
Epoch 12/20
5/5 [=====] - 18s 4s/step - loss: 0.1431 - accuracy: 0.9684 - val_loss: 0.1279 - val_accuracy: 0.9684
Epoch 13/20
5/5 [=====] - 19s 4s/step - loss: 0.1350 - accuracy: 0.9557 - val_loss: 0.1538 - val_accuracy: 0.9430
Epoch 14/20
5/5 [=====] - 17s 4s/step - loss: 0.2014 - accuracy: 0.9367 - val_loss: 0.1286 - val_accuracy: 0.9557
Epoch 15/20
5/5 [=====] - 15s 3s/step - loss: 0.1559 - accuracy: 0.9304 - val_loss: 0.1311 - val_accuracy: 0.9557
Epoch 16/20
5/5 [=====] - 17s 4s/step - loss: 0.2065 - accuracy: 0.9430 - val_loss: 0.2595 - val_accuracy: 0.9051
Epoch 17/20


```
5/5 [=====] - 20s 4s/step - loss: 0.2064 -  
accuracy: 0.9241 - val_loss: 0.0976 - val_accuracy: 0.9747
```

Epoch 18/20

```
5/5 [=====] - 17s 4s/step - loss: 0.1110 -  
accuracy: 0.9620 - val_loss: 0.2028 - val_accuracy: 0.9177
```

Epoch 19/20

```
5/5 [=====] - 19s 4s/step - loss: 0.0913 -  
accuracy: 0.9873 - val_loss: 0.0980 - val_accuracy: 0.9810
```

Epoch 20/20

```
5/5 [=====] - 19s 4s/step - loss: 0.1439 -  
accuracy: 0.9557 - val_loss: 0.1330 - val_accuracy: 0.9304
```

```
Class Labels: {'Black Soil': 0, 'Cinder Soil': 1, 'Laterite Soil': 2, 'Peat Soil': 3,  
'Yellow Soil': 4}
```

```
Predicted Soil Type: Peat Soil (торфяная почва)
```

```
Валидацияға негізделген модельдің дәлдігін бағалау
```

```
test_loss, test_accuracy = model.evaluate(test_generator)
```

```
print("Test Loss:", test_loss)
```

```
print("Test Accuracy:", test_accuracy)
```

```
5/5 [=====] - 9s 2s/step - loss: 0.1315 -  
accuracy: 0.9557
```

```
Test Loss: 0.13151705265045166
```

```
Test Accuracy: 0.9556962251663208
```

5. *Шатасу матрицасын құру (confusion matrix)*. Шатасу матрицасы- бұл нақты мәндер белгілі болатын тестілік деректер жиынтығындағы жіктеу моделінің өнімділігін сипаттауға арналған кестелік көрініс.

Confusion Matrix:

Егін егу бойынша ұсынымдар беру

```
def predict_soil_and_recommend(image_path):
```

```
    # Predict the soil type using the soil classification model
```

```
    predicted_soil_type = predict_soil_type_with_loaded_model(image_path)
```

```
    planting_recommendations = {
```

```
        'Black Soil': 'Good for a variety of crops, including vegetables and grains.',
```

```
        'Cinder Soil': 'May need soil improvement for most crops, consider raised
```

```
bed gardening.',
```

```
        'Laterite Soil': 'Good for certain fruit trees and shrubs but may need soil  
amendments for vegetables.',
```

```
        'Peat Soil': 'Not suitable for most crops without significant amendments.',
```

```
        'Yellow Soil': 'Good for some crops, like sunflowers and maize.'
```

```
    }
```

```
    # Check if the predicted soil type is in the recommendations dictionary
```

```
    if predicted_soil_type in planting_recommendations:
```

```
        return f"Recommended for {predicted_soil_type}: {planting_  
recommendations[predicted_soil_type]}"
```

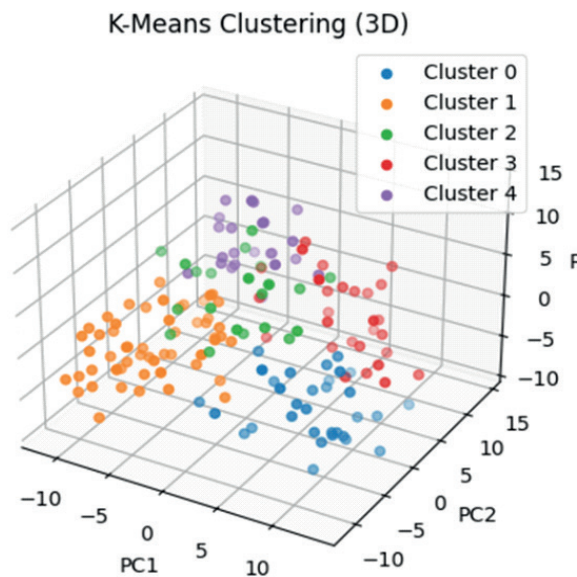
else:

return "Soil type prediction not available or not recognized."

К-орташа кластерлеу:

Жақын көршілердің k әдісінде k -NN-сынақ үлгісінің әрбір нысанын жіктеу үшін келесі операцияларды дәйекті түрде орындау қажет:

- * Оқу үлгісінің объектілерінің әрқайсысына дейінгі қашықтықты есептеңіз;
- * Қашықтығы минималды болатын оқу үлгісінің k объектілерін таңдаңыз;
- * Жіктелетін объект класы-ең жақын көршілердің k арасында жиі кездесетін класс.



Сур. 1. К-орташа кластерлеу алгоритмі
(Fig. 1. K-means clustering algorithm)

Осы мысалдың контекстінде кластерлер суреттерден алынған белгілерге негізделген ұқсас сипаттамалары бар топырақ үлгілерінің топтарын немесе санаттарын білдіреді. Әр кластер-бұл басқа кластерлердегі үлгілерге қарағанда бір-біріне ұқсас топырақ үлгілерінің жиынтығы (1-сурет).

Кластерлеу алгоритмі (бұл жағдайда k -орташа) деректер жиынтығын кластерлерге бөлу арқылы осы топтарды анықтайды, мұнда әр кластер белгілер кеңістігінде бір-біріне жақын орналасқан үлгілерден тұрады. Алгоритм топырақтың әрбір үлгісін оның белгілерін көрсету негізінде кластерлердің біріне жатқызады.

Кластерлердің мәні немесе интерпретациясы мәліметтермен қолданылатын функцияларға байланысты. Бұл жағдайда белгілер кескін деректерінен алынады және кластерлеу алгоритмі кескіндердегі визуалды ұқсастық негізінде топырақ үлгілерін топтастыру үшін қолданылады. Кластерлердің

нақты интерпретациясы әртүрлі болуы мүмкін және деректердің сипатына және сіз шешуге тырысып жатқан мәселеге байланысты.

Мысалы, егер топырақ үлгілері түсі, құрылымы немесе басқа көрнекі сипаттамалары бойынша көрнекі түрде ұқсас болса, кластерлер әртүрлі топырақ түрлерін (мысалы, құмды, сазды, сазды және т.б.) көрсете алады. Сонымен қатар, кластерлер топырақтың сапасы немесе ылғалдылығы сияқты топырақ жағдайындағы айырмашылықтарды көрсете алады. Кластерлердің мәні сіз осы кластерлік талдау арқылы шешетін мәселенің пәндік саласы мен контекстін білу негізінде анықталуы керек.

Бағдарламаны шығару:

Test Loss: 0.07610226422548294

Test Accuracy: 0.9873417615890503

Predicted Soil Type: Peat Soil

Recommended for Peat Soil: Not suitable for most crops without significant amendments.

Input Image:



Сур.2. Нәтижесінде шымтезек топырағы
(Fig.2. According to the results peat soil)

Біздің жүктелген фотосурет бойынша ұсыныстар:

Recommended for Peat Soil: Not suitable for most crops without significant amendments.

(Шымтезек топырағы үшін ұсынылады: айтарлықтай өзгеріссіз көптеген дақылдар үшін қолайлы емес.)

Қорытынды

Топырақ сапасын талдау мен болжауда Машиналық оқыту әдістерін қолдану ауыл шаруашылығы мен экологиядағы өзекті және перспективалы

бағыт болып табылады. Бұл мақалада осы мақсатқа жету үшін қолданылатын әртүрлі алгоритмдер мен әдістер қарастырылды.

Машиналық оқыту топырақ сипаттамалары арасындағы күрделі қатынастарды тиімді модельдеуге және олардың өнімділігі, қоректік заттар және басқа да маңызды көрсеткіштер сияқты параметрлерін болжауға мүмкіндік береді. Сызықтық регрессия, шешім қабылдау ағаштары, кездейсоқ ормандар, нейрондық желілер, негізгі компоненттер әдісі және т.б. сияқты әдістер зерттеушілер мен ауылшаруашылық мамандарына талдау және болжау құралдарының кең ауқымын ұсынады.

Дегенмен, дұрыс әдісті таңдау нақты тапсырмаға, деректердің сипатына және қол жетімді ресурстарға байланысты екенін есте ұстаған жөн. Зерттеушілер мен ауылшаруашылық кәсіпорындары әртүрлі әдістерді сәтті біріктіріп, модельдерді өз қажеттіліктеріне қарай реттей алады.

Топырақты талдауда машиналық оқытуды қолдану ауыл шаруашылығының тиімділігін арттыруға, Жер ресурстарын тұрақты пайдалануға ықпал етуге және өнімділік деңгейін арттыруға уәде береді. Осы саладағы қосымша зерттеулер дәлірек және экологиялық тұрақты егіншілікке ықпал ететін жаңа әдістер мен технологияларға әкелуі мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

Жуков А.В., Андрусевич К.В., Покуса А.Ю., Лапко Е.В. (2015). Байесовский подход для оценки гетерогенизации пространственного распределения почвенных свойств. *Acta Biologica Sibirica*, — 1 (3-4). — С. 76–91.

Сахабиев И.А. & Рязанов С.С. (2015). Исследование пространственной изменчивости свойств почв с использованием геостатистического подхода. *Российский журнал прикладной экологии*. — (2 (2)). — С. 32–37.

Симбатова А.Т., Рязанов С.С., Сахабиев И.А. (2016). Моделирование пространственного распределения органического вещества почв: обзор современных подходов. *Российский журнал прикладной экологии*. — (2 (6)). — С. 48–54.

Смирнова М.А., Геннадиев А.Н. (2017). Количественная оценка почвенного разнообразия: теория и методы исследования. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. — (4). — 3–11.

Чинилин А.В., Савин И.Ю. (2018). Крупномасштабное цифровое картографирование содержания органического углерода почв с помощью методов машинного обучения. *Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева*, (91), 46–62.

Kaggle Research Prediction Competition: Predict physical and chemical properties of soil using spectral measurements with machine learning, — 2014. URL: <https://kaggle.com/c/afsis-soil-properties>

Trendo N.M., Varas S., Zeng M. (2019). Digital technologies in agriculture and rural areas – Status report. Rome. Licence: cc by-nc-sa 3.0 igo.

REFERENCES

Chinilin A.V., Savin I.Yu. (2018). Large-scale digital mapping of soil organic carbon content using machine learning methods. *Bulletin of the V. V. Dokuchaev Soil Institute*. — (91). — Pp. 46–62.

Kaggle Research Prediction Competition: Predict physical and chemical properties of soil using spectral measurements with machine learning, — 2014. URL: <https://kaggle.com/c/afsis-soil-properties>

Simbatova A.T., Ryazanov S.S., Sahabiev I.A. (2016). Modeling the spatial distribution of soil

organic matter: a review of modern approaches. Russian Journal of Applied Ecology. — (2 (6)). — Pp. 48–54.

Smirnova M.A., Gennadiev A.N. (2017). Quantitative assessment of soil diversity: theory and research methods. Bulletin of the Moscow University. Series 5. Geography. — (4). — Pp. 3–11.

Sahabiev I.A. & Ryazanov S.S. (2015). Investigation of spatial variability of soil properties using a geostatistical approach. Russian Journal of Applied Ecology. — (2 (2)). — Pp. 32–37.

Trendo N.M., Varas S., Zeng M. (2019). Digital technologies in agriculture and rural areas – Status report. Rome. Licence: cc by-nc-sa 3.0 igo.

Zhukov A.V., Andrusevich K.V., Pokusa A.Yu., Lapko E.V. (2015). Bayesian approach for estimating heterogenization of spatial distribution of soil properties. Acta Biologica Sibirica. — 1 (3-4). — Pp. 76–91.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 253–267

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.233>

UDC 004.9

© **A. Tanirbergenov¹, Zh. Taszhurekova², S.Serikbayeva^{1*}, A. Shorayev¹,
A. Abduvalova², 2023**

¹ Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Department of
Information Systems, Astana, Kazakhstan;

² Taraz Regional University named after M.KH. Dulaty, Taraz, Kazakhstan.
E-mail: inf_8585@mail.ru

METHODS OF CONSTRUCTING A MODEL AND AN INFORMATION SYSTEM FOR SEARCHING FULL-TEXT DOCUMENTS

Tanirbergenov Adilbek — associate professor of the Department of algebra and geometry, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: t.adilbek@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-8401-5434>;

Taszhurekova Zhazira Kudaibergenovna — acting associate professor of the Department «applied informatics and programming» Taraz regional university named after M.KH. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

E-mail: taszhurekova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8307-9417>;

Serikbayeva Sandugash — PhD, Senior Lecturer of the Department of Information Systems, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: inf_8585@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1729-6875>;

Shorayev Abylaikhan — Master's degree in Information Systems, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: a_khan02@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7190-6016>;

Abduvalova Ainur — acting associate professor of the Department «Information Systems», Taraz regional university named after M.KH. Dulaty, Taraz, Kazakhstan.

E-mail: abduvalova_ad@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4683-7821>.

Abstract. The article discusses the methods of constructing a model and an information system for searching full-text documents. The article presents various approaches to building a search model for full-text documents. One approach is based on the use of a document index, which is a data structure that stores information about documents and their contents. Another approach is based on the use of probabilistic models that allow you to evaluate the relevance of documents to a query. The search for full-text documents is an urgent task, because it allows users to quickly and efficiently find the necessary information. The focus is on developing systems capable of processing large amounts of data and providing accurate search results. The article also discusses the problems associated with current search systems and offers practical solutions to overcome them. This

research represents an important contribution to the field of information retrieval and may be useful for specialists in this field. It discusses methods of information retrieval and text processing in natural language, as well as models of information retrieval. Particular attention is paid to the use of natural language text processing in the context of building an information system for searching full-text documents. A brief overview of natural language text processing methods and their use in search models is given. The main models of information search, existing semantic search systems are considered.

Keywords: Full-text search, information system, search model, text analysis, document search methods, information search

Financing: There is no source of funding for this study.

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

© **А.Ж. Танирбергенов¹, Ж.К. Тасжурекова², С.К. Серикбаева^{1*},
А.А. Шораев¹, А.Д. Абдувалова², 2023**

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

²М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан.

E-mail: inf_8585@mail.ru

ТОЛЫҚ МӘТІНДІ ҚҰЖАТТАРДЫ ІЗДЕУДІҢ МОДЕЛІ МЕН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ӘДІСТЕРІ

Танирбергенов Адилбек Жұматаевич – Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің алгебра және геометрия кафедрасының доцент м.а., Астана, Қазақстан
E-mail: t.adilbek@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-8401-5434>;

Тасжурекова Жазира Қудайбергеновна — М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, «Қолданбалы информатика және бағдарламалау» кафедрасының доцент м.а., т.ғ.к., Тараз, Қазақстан

E-mail: tashjurekova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8307-9417>;

Серикбаева Сандугаш Курманбековна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, PhD, Астана, Қазақстан
E-mail: inf_8585@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1729-6875>;

Шораев Абылайхан Ануарбекұлы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің «Ақпараттық жүйелер» мамандығының магистранты, Астана, Қазақстан
E-mail: a_khan02@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7190-6016>;

Абдувалова Айнур Джумабевна — М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының доцент м.а., т.ғ.к., Тараз, Қазақстан.
E-mail: abduvalova_ad@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4683-7821>.

Аннотация. Мақалада толық мәтінді құжаттарды іздеудің моделі мен ақпараттық жүйесін құру әдістері қарастырылады. Мақалада толық мәтінді құжаттарды іздеу моделін құрудың әртүрлі тәсілдері келтірілген. Бір тәсіл құжаттар индексін қолдануға негізделген, бұл құжаттар мен олардың мазмұны туралы ақпаратты сақтайтын мәліметтер құрылымы. Тағы бір тәсіл құжаттардың сұранысқа сәйкестігін бағалауға мүмкіндік беретін ықтималдық модельдерін қолдануға негізделген. Толық мәтінді құжаттарды іздеу өзекті

мәселе болып табылады, өйткені ол пайдаланушыларға қажетті ақпаратты тез және тиімді табуға мүмкіндік береді. Үлкен көлемдегі деректерді өңдеуге және нақты іздеу нәтижелерін қамтамасыз етуге қабілетті жүйелерді дамытуға баса назар аударылады. Мақала сонымен қатар қазіргі іздеу жүйелеріне қатысты мәселелерді талқылайды және оларды жеңудің практикалық шешімдерін ұсынады. Бұл зерттеу ақпараттық іздеу саласына маңызды үлес қосады және осы саладағы мамандар үшін пайдалы болуы мүмкін. Онда табиғи тілдегі мәтіндерді ақпараттық іздеу және өңдеу әдістері, сондай-ақ ақпараттық іздеу модельдері қарастырылады. Толық мәтінді құжаттарды іздеу үшін ақпараттық жүйені құру контекстінде табиғи тілде мәтінді өңдеуді қолдануға ерекше назар аударылады. Табиғи тілдегі мәтіндерді өңдеу әдістеріне және оларды іздеу модельдерінде қолдануға қысқаша шолу берілген. Ақпаратты іздеудің негізгі модельдері, қолданыстағы семантикалық іздеу жүйелері қарастырылады.

Түйін сөздер: Толық мәтінді іздеу, ақпараттық жүйе, іздеу моделі, мәтіндік талдау, құжаттарды іздеу әдістері, ақпараттық іздеу

Қаржыландыру: Бұл зерттеу жұмысын қаржыландыру көзі жоқ.

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

© **А.Ж. Танирберген¹, Ж.К. Тасжурекова², С.К. Серикбаева^{1*},
А.А. Шораев¹, А.Д. Абдувалова², 2023**

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

²Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан.
E-mail: inf_8585@mail.ru

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА ПОЛНОТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

Танирбергенов Адилбек Жуматаевич — и.о. доцента кафедры алгебры и геометрии, Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: t.adilbek@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-8401-5434>;

Тасжурекова Жазира Кудайбергеновна — к.т.н., и.о. доцента кафедры «Прикладная информатика и программирование» Таразского регионального университета им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан
E-mail: tashjurekova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8307-9417>;

Серикбаева Сандугаш Курманбековна — PhD, старший преподаватель кафедры информационных систем Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: inf_8585@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1729-6875>;

Шораев Абылайхан Ануарбекович — магистрант специальности «Информационные системы», Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: a_khan02@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7190-6016>;

Абдувалова Айнура Джумабевна — к.т.н., и.о. доцента кафедры «Информационные системы», Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан
E-mail: abduvalova_ad@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4683-7821>.

Аннотация. В статье рассматриваются методы построения модели и информационной системы поиска полнотекстовых документов. Авторы представили различные подходы к построению модели поиска полнотекстовых документов. Один подход основан на использовании индекса документов, который представляет собой структуру данных, хранящую информацию о документах и их содержании. Другой подход основан на использовании вероятностных моделей, которые позволяют оценивать релевантность документов запросу. Поиск полнотекстовых документов является актуальной задачей, поскольку позволяет пользователям быстро и эффективно находить необходимую информацию. Основное внимание уделяется разработке систем, способных обрабатывать большие объемы данных и предоставлять точные результаты поиска. В статье также обсуждаются проблемы, связанные с текущими системами поиска, и предлагаются практические решения их преодоления. Это исследование представляет собой важный вклад в область информационного поиска и может быть полезно для специалистов в этой области. В нем рассматриваются методы информационного поиска и обработки текстов на естественном языке, а также модели информационного поиска. Особое внимание уделяется использованию обработки текста на естественном языке в контексте построения информационной системы для поиска полнотекстовых документов. Приведен краткий обзор методов обработки текстов естественного языка и их использование в моделях поиска. Рассмотрены основные модели поиска информации, существующие системы семантического поиска.

Ключевые слова: полнотекстовый поиск, информационная система, модель поиска, текстовый анализ, методы поиска документов, информационный поиск

Финансирование: данная исследовательская работа не имеет источников финансирования.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Соңғы онжылдықтар ішінде байқалған электрондық құжаттарды сақтау көлемінің қарқынды өсуіне байланысты ақпаратты іздеудің бағдарламалық құралдарын әзірлеу ерекше маңызға ие. Электрондық құжаттардың бір түрі-табиғи тілдегі мәтіндерді немесе толық мәтінді құжаттарды қамтитын құжаттар. Пайдаланушыға іздеу, алу және жеткізу үшін телекоммуникациялық қол жетімділік құралдары арқылы қол жетімді көптеген толық мәтінді құжаттар толық мәтінді құжаттар жинағы деп аталады. Толық мәтінді құжаттар жинағының ерекше жағдайы толық мәтінді электрондық кітапхана болып табылады, оның құжаттары дұрыс библиографиялық сипаттамамен жабдықталған. Ғылыми және техникалық бағыттағы, сондай-ақ ғаламдық

Интернет желісінде еркін қол жетімді толық мәтінді құжаттар топтамаларының мысалдарын келтірейік:

а) толық мәтінді электрондық кітапханалар «ғылыми электрондық кітапхана «сияқты eLIBRARY.RU», «Ашық орыс электронды кітапханасы» және т.б. электрондық кітапханалар көп жағдайда оқырмандарға қызмет көрсетудің заманауи талаптарын қанағаттандыруға ұмтылатын дәстүрлі кітапханалар қорының бірі болып табылады. Осылайша, «ашық орыс электронды кітапханасы» Ресей мемлекеттік кітапханасының электрондық құжаттар қоры ретінде пайда болды.

б) оқырмандарға жарияланған мақалалардың толық мәтініне қол жеткізуге мүмкіндік беретін ғылыми және техникалық журналдар «ғылым әлемінде» және «ашық жүйелер» сияқты.

в) бір тақырыптық бағытқа сәйкес келетін, орыс тілді мақалалар, кітаптар, citforum Ақпараттық технологиялар жөніндегі нұсқаулықтар жинағы және «ғылым және техника» электрондық кітапханасы сияқты білім беру мақсатымен біріктірілген аналитикалық, шолу немесе жаңалықтар сипатындағы техникалық материалдардың жалпыға қолжетімді жинақтары.

Толық мәтінді құжаттар топтамаларының басты әлеуетті артықшылығы пайдаланушыларға заманауи іздеу мүмкіндіктерін ұсыну болып табылады. Іздеу мүмкіндіктерін іске асырудың негізгі тетіктері:

а) пайдаланушының сұранысы бойынша ақпараттық іздеу (кілт сөздерді іздеу);

б) құжаттар жинағын жіктеу негізінде ақпараттық іздеу.

Пайдаланушының сұранысы бойынша ақпараттық іздеу, пайдаланудың қарапайымдылығына байланысты, көптеген құжаттар жинағында қолданылады. Алайда, бұл механизмнің бірқатар кемшіліктері бар, біріншіден, оқырманның кілт сөздері бойынша құжаттарды іздеуде қиындықтардың туындауымен, қажетті пәндік саламен таныс емес немесе іздеу машиналарын пайдалану мәселелерінде тәжірибесі аз. Екіншіден, сұрауға жауап ретінде іздеу жүйесі тапқан құжаттардың үлкен тізімін қарау арқылы пайдаланушыны қызықтыратын құжаттарды таңдауда қиындықтар туындайды. Бұл мәселе көбінесе пайдаланушының тиімді іздеу сұрауларын жасай алмауынан туындайды (Осипов, 2008).

Құжаттар топтамасының жіктелуіне негізделген ақпараттық іздеуді сұраныс бойынша іздеу мәселелерін шешуде де, тәуелсіз іздеу механизмі ретінде де пайдалануға болады.

Толық мәтінді іздеудің ақпараттық жүйесі-бұл әртүрлі көздерден құжаттардың, мақалалардың, файлдардың және басқа ақпараттың толық мәтіндерін тиімді іздеуге және шығаруға арналған қуатты құрал. Бұл жүйе пайдаланушыларға қажетті ақпаратты жылдам табуға мүмкіндік береді, бұл мәтіндік деректерді іздеу мен талдау процесін жеңілдетеді. Бұл кіріспеде біз толық мәтіндерді іздеудің ақпараттық жүйесінің негізгі сипаттамалары мен мақсаттарымен танысамыз.

Толық мәтіндерді іздеудің ақпараттық жүйесінің мақсаттары мен міндеттері:

Толық мәтіндік деректерге қол жеткізуді қамтамасыз ету: мұндай жүйенің негізгі мақсаты пайдаланушыларға ғылыми мақалаларды, кітаптарды, жаңалықтар мақалаларын, құжаттаманы және басқа мәтіндік ресурстарды қамтуы мүмкін толық мәтіндік материалдарға қол жеткізуді қамтамасыз ету болып табылады.

Іздеу процесін жақсарту: жүйе әр түрлі іздеу параметрлерін, кілт сөздерді және сүзгілерді қолдана отырып, пайдаланушыға қажетті ақпаратты табуы жеңілдету арқылы іздеу тиімділігін арттыру мақсатында жасалады.

Нәтижелердің өзектілігін оңтайландыру: ақпараттық жүйе пайдаланушыларға олардың сұранысына сәйкес келетін бастапқы ақпаратты жылдам табуға мүмкіндік беретін ең маңызды іздеу нәтижелерін ұсынуға тырысады.

Әртүрлі деректер көздерін біріктіру: жүйе әртүрлі көздерден алынған ақпаратты, соның ішінде кітапхана дерекқорларын, мұрағаттарды, веб-сайттарды, электрондық журналдарды және басқа ресурстарды біріктіріп, жан-жақты іздеуді қамтамасыз ете алады.

Мәтінді өңдеу және талдау: кейбір толық мәтінді іздеу ақпараттық жүйелері мәтінді өңдеу және талдау мүмкіндіктерін қамтамасыз ете алады, мысалы, негізгі сөз тіркестерін бөлектеу, семантиканы талдау, түйіндеме жасау және басқа функциялар.

Деректерді басқару және сақтау жүйелері: мәтіндік деректердің үлкен көлемін сақтау және басқару мұндай жүйенің маңызды бөлігі болып табылады. Бұған индекстеу, каталогтау және деректердің қауіпсіздігін қамтамасыз ету кіреді (Соченков, 2013).

Пайдаланушы интерфейсін қолдау: жүйе әдетте пайдаланушыларға іздеу сұрауларын енгізуге, нәтижелерді көруге және табылған мәтіндермен өзара әрекеттесуге мүмкіндік беретін пайдаланушы интерфейсін ұсынады.

Жаңарту және сүйемелдеу: жүйе оның сенімді және өзекті жұмысын қамтамасыз ету үшін үнемі жаңартуды, техникалық қызмет көрсетуді және бақылауды қажет етеді.

Толық мәтінді іздеудің ақпараттық жүйелері зерттеушілер, кәсіпқойлар, студенттер және кең мәтіндік ақпаратқа қол жеткізуді қажет ететін кез келген адам үшін маңызды құрал болып табылады. Олар зерттеулердің, оқу процесінің және адам қызметінің көптеген басқа салаларының өнімділігі мен сапасын жақсартуға ықпал етеді.

Қолданыстағы жүйелік ақпарат пен іздеу әдістеріне шолу

Бүгінгі таңда толық мәтінді құжаттардан ақпаратты талдау мен алудың көптеген ақпараттық жүйелері мен әдістері бар. Бұл жүйелер мен әдістер ғылыми мақалаларды іздеу, жаңалықтарды талдау, медициналық құжаттарды іздеу және т.б. сияқты әртүрлі қолданбаларға арналған. Міне, олардың кейбіреулері:

1. Google және Bing сияқты іздеу жүйелері: бұл жүйелер пайдаланушының кілт сөзге негізделген анықтаманың тиісті нәтижелерін есептеу үшін қуатты индекстеу және рейтинг алгоритмдерін қолданады. Олар Интернеттен ақпарат іздеу үшін кеңінен қолданылады, бірақ олар әрқашан үлкен мәтінмен толық мәтінді құжаттарды өңдей алмайды.

2. PubMed және IEEE Xplore сияқты ғылыми іздеу жүйелері: бұл жүйелер ғылыми мақалалар мен басылымдарды іздеуге маманданған. Олар автор, журнал және кілт сөз сүзгілері сияқты кеңейтілген іздеу мүмкіндіктерін ұсынады. Алайда, олар ғылыми жарияланымдар саласымен шектеледі.

3. Мәтінді талдау және машиналық оқыту жүйелері: кейінгі зерттеулер Машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, мәтінді жүйелік талдауды дамытуға бағытталған. Бұл жүйелер үлгілерді тауып, мәтіндегі барлық ақпаратты анықтай алады, бірақ оқыту көбінесе белгіленген деректердің үлкен көлемін қажет етеді.

4. Бизнеске арналған ақпараттық жүйелер: бизнес саласында Корпоративтік құжаттар мен есептерді талдауға мүмкіндік беретін ақпараттық жүйелер бар. Олар стратегиялық ақпаратты табуға көмектесе алады, бірақ құпиялылық пен деректер қауіпсіздігі мәселелеріне тап болуы мүмкін.

Қолданыстағы тәсілдердің проблемалары мен шектеулерін сипаттау

Көптеген Ақпараттық жүйелер мен тексеру әдістеріне қарамастан, толық мәтінді құжаттардағы тексерудің сапасы мен тиімділігіне теріс әсер етуі мүмкін бірқатар мәселелер мен шектеулер бар:

1. Өзектілік мәселесі: көптеген іздеу жүйелері кілт сөздерге сүйенеді, бұл маңызды емес іздеу нәтижелеріне әкелуі мүмкін, әсіресе мәтіннің үлкен көлемін іздеу кезінде.

2. Қолдану аясын шектеу: жүйенің деректері қолдану саласында шектеулі және олардың тиімділігі олар талдайтын құжаттардың түрлеріне байланысты.

3. Контекстің болмауы: кейбір жүйелер мәтіннің контексті мен семантикасын ескермейді, бұл ақпаратты дұрыс түсінбеуге әкелуі мүмкін.

4. Үлкен көлемдегі деректерді өңдеудің жеткіліксіздігі: үлкен, толық мәтінді құжаттарды өңдеу айтарлықтай есептеу ресурстары мен уақытты қажет етуі мүмкін, бұл жүйелердің қолданылуын шектейді.

5. Құпиялылық және қауіпсіздік мәселелері: деректердің құпиялылығымен жұмыс істейтін бизнес және жүйелер жағдайында ақпараттың құпиялылығы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету қажет.

Қазіргі ақпараттық жүйелердің (АЖ) негізгі функцияларының бірі-кейбір белгілерді қанағаттандыратын деректер элементтерін іздеу (ақпараттық іздеу). Мұндай іздеуді ұйымдастыруда туындайтын әдістемелік және технологиялық проблемалардың ерекшелігі бірнеше факторларға байланысты. Ең алдымен, бұл жүйеге кіретін ақпараттық ресурстардағы мазмұнның сипаты. Қазіргі заманғы АЖ – да мәтіндік мазмұн әлі де басым, бірақ мультимедиялық мазмұнды (графика, аудио және видео ақпарат) қамтитын мультиформатты

ресурстар, сондай - ақ мазмұнды құрылымдаудың әр түрлі формалары жұмыс істеу тиімділігін арттыру үшін қолданылады. Құрылымдаудың нәтижесі ақпаратты нақты деректерге, олардың құрылымын сипаттайтын мета-деректерге, тіпті деректер құрылымдарының әртүрлі нұсқаларын анықтайтын "Мета-деректерге" бөлу болып табылады. Мазмұнның мұндай ерекшеліктері, айқын немесе жасырын түрде, тиісті ресурстар жиынтығы шеңберінде ақпаратты тиімді іздеуді ұйымдастырудың тәсілдерін анықтайды (Смирнов, 2008).

Ақпаратты іздеу механизмдерінің тиімділігіне айтарлықтай әсер ететін тағы бір маңызды жағдай қазіргі заманғы ақпараттық ресурстар мен жүйелердің таратылған және нәтижесінде гетерогенді сипаты болып табылады. Біртекті Ақпараттық жүйелер мен ресурстар жағдайында қолдануға бағытталған іздеу механизмдері (мысалы, қарапайым индекстер негізінде) таратылған гетерогенді жүйелерге қолдануда тиімділігін күрт жоғалтады, мұнда деректерді ұсыну форматтары және сәйкесінше метадеректер ресурстан ресурсқа немесе жүйеден жүйеге ерекшеленеді. Бұл жағдай зерттеушілер мен әзірлеушілерді заманауи ақпараттық жүйелердің талаптарына сәйкес келетін әмбебап ақпараттық іздеу әдістері мен технологияларын құру жолдарын іздеуге мәжбүр етеді.

Мәтін қоғамдағы ақпарат алмасудың негізгі формаларының бірі болып табылады. Әр түрлі форматтағы мәтіндік ақпарат ақпараттық жүйелердің ақпараттық ресурстарының едәуір бөлігін құрайды. Сондықтан өңдеу технологияларын құру және дамыту мәтіндік іздеу жүйелері болып табылады, олардың міндеті пайдаланушылардың ақпараттық қажеттіліктерін қанағаттандыратын құжаттарды табиғи тілде (лерде) берілген құжаттар жинағы бойынша іздеу болып табылады. Бұл жұмыста мәтіндік іздеудің негізгі принциптері, табиғи тілді өңдеу әдістері және оларды іздеу модельдерінде қолдану ұсынылған.

Ақпараттық іздеу әдістері және табиғи тілдегі мәтіндерді өңдеу

Мәтінді іздеу технологиясында табиғи тілді өңдеу маңызды орын алады. Табиғи тіл арқылы (Natural Language Processing, NLP) өңдеу деп мәтіндерді түсінуге, талдауға, әртүрлі операцияларды орындауға, сондай-ақ оларды генерациялауға байланысты мәселелерді шешу түсініледі. Мұндай міндеттердің мысалдары: құжаттардың сақталған коллекцияларын жіктеу, кластерлеу, мәтіндерді терең талдау, құжаттарды бір тілден екінші тілге аудару және т. б.

Ақпараттық іздеудің барлық әдістері индекстелген құжаттардың мәтіндерін өңдеуге және талдауға негізделген (Большакова, 2008). Ақпараттық іздеудің көпшілігі жүйе-бұл процесске дейінгі жүйелер-жүйеде бар барлық құжаттарды алдын-ала өңдеу (индекстеу). Ерекшеліктер-Мета іздеу жүйелері. Мәтіндерді табиғи тілде өңдеу кезінде туындайтын негізгі қиындықтарды тізімдейміз:

* синоним мәселесі;

- * омоним мәселесі;
- * тұрақты сөз тіркестері;
- * морфологиялық вариация.

Синоним мәселесі. Бір ұғымды әртүрлі сөздермен білдіруге болады. Нәтижесінде, пайдаланушы сұраныста көрсеткен ұғымдардың синонимдерін қолданатын тиісті құжаттар омоним проблемалары мен "омонимге іргелес" құбылыстар болуы мүмкін. Грамматикалық омонимдер сөздің мағынасында әр түрлі, бірақ жеке грамматикалық формаларда жазылуымен сәйкес келеді. Бұл сөйлеудің бір немесе әртүрлі бөліктеріндегі сөздер болуы мүмкін. Лексикалық омонимдер-сөйлеудің бір бөлігінің дыбысы мен емлесі бірдей, бірақ лексикалық мағынасы жағынан әртүрлі сөздер.

Тұрақты сөз тіркестері. Сөз тіркестерінің мағынасы болуы мүмкін сөздердің жеке мағынасынан өзгеше.

Морфологиялық вариация. Көптеген табиғи тілдерде сөздердің емлесі бойынша ерекшеленетін бірнеше морфологиялық формалары бар.

Қолданыстағы іздеу жүйелері мәтінді өңдеудің әртүрлі әдістерін қолданады. Мәтінді іздеудің заманауи технологияларында мәтіндерді талдау үшін лингвистика аппараты ғана емес, сонымен қатар статистикалық әдістер, математикалық логика және ықтималдық теориясы, кластерлік талдау, жасанды интеллект әдістері, сонымен қатар деректерді басқару технологиялары қолданылады. Табиғи тіл мәтіндерін өңдеу мен талдаудың екі негізгі тәсілін қарастырыңыз – статистикалық және лингвистикалық (сурет. 1).



Сур.1. Табиғи тілді өңдеу әдістері
(Fig.1. Natural language processing methods)

Статистикалық тәсілдің негізінде мәтіннің мазмұны жиі кездесетін сөздермен көрінеді деген болжам жатыр. Статистикалық талдаудың мәні құжаттағы сөздердің пайда болу санын есептеу болып табылады. Жалпы-құжаттағы әрбір t терминін кейбір теріс емес салмақпен салыстыру. Терминдік салмақтар әртүрлі тәсілдермен есептеледі. Ең қарапайымы- d құжатындағы t терминінің пайда болу санына тең "салмақ" қою, $tf_{t,d}$ (term frequency) деп белгіленеді. Бұл өлшеу әдісі терминнің кемсітушілік Күшін ескермейді. Сондықтан, коллекция бойынша терминдерді қолдану статистикасы қол жетімді болған жағдайда, TF-IDF шкаласын есептеу схемасы келесідей анықталады:

$$tf - idf_{id} = tf_{i,d} \times idf_i$$

мұндағы $idf_i \log - t$ терминінің кері деректі жиілігі (inverse document frequency), DFT – құжаттық жиілігі (document frequency), t, N терминдерін қамтитын коллекциядағы құжаттардың саны – коллекциядағы құжаттардың жалпы саны ретінде анықталады. Tf-IDF схемасы және оның модификациялары іс жүзінде кеңінен қолданылады.

Статистикалық талдауға негізделген тиімді тәсіл жасырын семантикалық индекстеу болып табылады. Жасырын семантикалық талдау бұл мәтіндік деректердің үлкен жиынтығын статистикалық өңдеу арқылы сөздердің контекстке тәуелді мағыналарын алудың теориясы мен әдісі. Жасырын семантикалық талдау берілген сөз кездесетін және кездеспейтін барлық контексттердің жиынтығы сөздердің семантикалық мағыналары мен сөз жиындарының бір-бірімен ұқсастығын анықтауға мүмкіндік беретін көптеген өзара шектеулерді белгілейді деген идеяға негізделген (Браславский, 2006).

Статистикалық әдістердің басты кемшілігі-мәтіннің байланысын есепке алудың мүмкін .стігі, ал мәтінді сөздердің қарапайым жиынтығы ретінде ұсыну оның мазмұнын көрсету үшін жеткіліксіз. Мәтін белгілі бір ретпен құрылған сөздер жиынтығын білдіреді. Бұл кемшілікті жеңу мәтінді талдаудың лингвистикалық әдістерін қолдануға мүмкіндік береді.

Лингвистикалық талдаудың келесі деңгейлері бар: графематикалық, морфологиялық, синтаксистік, семантикалық. Әр деңгейдің нәтижелері келесі талдау деңгейінде кіріс ретінде қолданылады (сурет. 2).



Сур.2. Лингвистикалық талдау деңгейлері
(Fig.2. Levels of linguistic analysis)

Графематикалық талдаудың мақсаты-мәтін құрылымының элементтерін бөліп көрсету: абзацтар, абзацтар, сөйлемдер, жеке сөздер және т.б.

Морфологиялық талдаудың мақсаты-сөздің морфологиялық сипаттамаларын және оның негізгі сөз формасын анықтау. Талдау ерекшеліктері тандалған табиғи тілге байланысты.

Талдаудың мақсаты-сөйлемдегі сөздердің синтаксистік тәуелділігін анықтау. Орыс тілінде көптеген синтаксистік омонимдік конструкциялардың болуына, семантика мен синтаксис арасында тығыз байланыстың болуына байланысты мәтінді автоматтандырылған талдау процедурасы көп уақытты қажет етеді. Алгоритмнің күрделілігі сөйлемдегі сөздер саны мен қолданылатын ережелер саны артқан сайын экспоненциалды түрде артады (Аграновский, 2003).

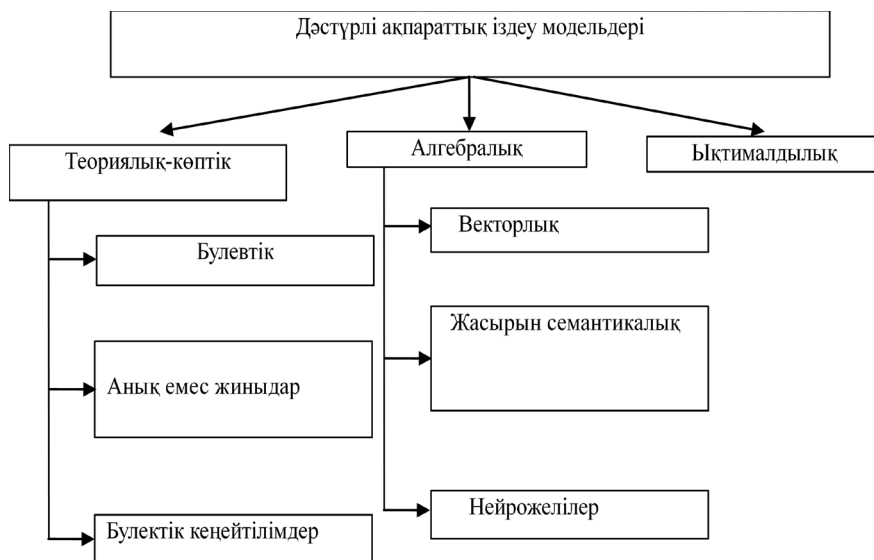
Мәтінді семантикалық талдау саласындағы әзірлемелер мәтінді семантикалық түсінуге баса назар аударатын жасанды интеллект саласымен байланысты. Қазіргі уақытта бұл бағыттағы жетістіктер өте шектеулі. Әзірленген семантикалық анализаторлар есептеудің жоғары күрделілігіне және берілген нәтижелердің түсініксіздігіне ие.

Ақпараттық іздеу модельдері

Ақпараттық-іздеу жүйелерінің әртүрлі модельдерінде құжаттардың өзектілігі критерийінің түрі ақпараттық іздеу моделінің түріне байланысты, мысалы, семантикалық іздеу модельдерінде сұрау сөздерінің құжатқа дәл енуі, мысалы, теориялық және бірнеше модельдердегідей, негізгі критерий емес.

Бұл компоненттердің вариациялары іздеу жүйелерінің көптеген енгізілуін анықтайды. Ең көп таралған іздеу үлгілерін қарастырыңыз.

Дәстүрлі ақпараттық іздеудің модельдері әдетте үш түрге бөлінеді: теориялық - көптік (буль, анық емес жиындықтар, кеңейтілген буль), алгебралық (векторлық, жалпыланған векторлық, жасырын-семантикалық, нейрондық желі), ықтималдық (сурет.3).



Сур.3. Дәстүрлі ақпараттық іздеу модельдері
(Fig.3. Traditional information search models)

Ақпараттық іздеу-Бұл веб-сайттар, дерекқорлар, кітапханалар және басқа ресурстар сияқты әртүрлі көздерден ақпаратты табу және алу процесі. Ақпараттық іздеудің тиімділігін жақсарту үшін әртүрлі модельдер мен әдістер жасалды. Міне, олардың кейбіреулері:

Булевтік іздеу Моделі: бұл қарапайым модельдердің бірі. Пайдаланушы логикалық операторларды (AND, OR, NOT) пайдаланып сұрау салады және жүйе сол операторларға сәйкес нәтижелерді қайтарады.

Векторлық кеңістік моделі (vector Space Model, VSM): бұл модельде әр құжат пен сұрау көп өлшемді кеңістіктегі векторлар түрінде ұсынылған. Іздеу құжат векторлары мен сұрау арасындағы косинус өлшемдерін салыстыру арқылы жүзеге асырылады.

TF-IDF моделі (term Frequency-Inverse Document Frequency): бұл модель сұраудағы сөздің маңыздылығын анықтау үшін құжаттардағы сөздердің пайда болу статистикасын қолданады. Құжаттарда сирек кездесетін, бірақ сұраныста жиі кездесетін сөздер жоғары салмақ алады.

Bm25 Моделі: бұл құжаттардың ұзындығын ескеретін және іздеу нәтижелерін жақсарту үшін параметрлерді қолданатын TF-IDF жетілдірілген нұсқасы.

Ықтималдық ақпараттық іздеу моделі (Probabilistic Information Retrieval): бұл модель құжаттың сұранысқа сәйкес болу ықтималдығын бағалайды. Бұл модельдің белгілі іске асыруларының бірі-bm25 моделі.

LDA моделі (Latent Dirichlet Allocation): бұл модель тақырыптық модельдеу үшін қолданылады. Бұл құжаттардағы жасырын тақырыптарды анықтауға мүмкіндік береді және белгілі бір тақырыпқа қатысты құжаттарды табуға көмектеседі.

Машиналық оқыту және нейрондық желілер: Машиналық оқыту мен терең оқытудың дамуымен ақпараттық іздеуді жақсарту үшін нейрондық желілерге негізделген модельдер дами бастады. Мысал ретінде BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) және басқа трансформаторлық модельдер болуы мүмкін.

Іздеу нәтижелерінің рейтингі: іздеу үлгілерінен басқа, іздеу нәтижелерінің рейтингі де маңызды рөл атқарады. Рейтинг өзектілік, танымалдылық және жекелендірілген ұсыныстар сияқты әртүрлі көрсеткіштерге негізделуі мүмкін (Иванов, 2005).

Бұл ақпараттық іздеу модельдері мен әдістерін әртүрлі контексттерде қолдануға болады, соның ішінде интернеттегі іздеу жүйелері, мәліметтер базасын іздеу, кітапханалардағы ақпараттық іздеу және басқа да көптеген салалар. Әрбір модельдің өзіндік артықшылықтары мен шектеулері бар және сәйкес модельді таңдау пайдаланушының нақты тапсырмасы мен талаптарына байланысты.

Мәтінді табиғи тілде өңдеуді қолдану

Күнделікті тапсырмаларды автоматтандыру. NLP технологиясына негізделген чатботтар бүгінде адамдар айналысатын көптеген күнделікті

операцияларды орындай алады және осылайша қызметкерлерге күрделі және қызықты тапсырмаларды орындауға мүмкіндік береді. Мысалы, чатботтар мен сандық көмекшілер пайдаланушының көптеген сұрауларын тани алады, оларды дерекқордағы тиісті жазбалармен сәйкестендіреді және пайдаланушыға сәйкес жауаптарды тұжырымдай алады.

Жақсартылған іздеу. Құжаттар мен жиі қойылатын сұрақтар бойынша іздеу жағдайында NLP контекстке негізделген сөздердің түсініксіздігін жою (мысалы, "тасымалдаушы" сөзі медицина мен өнеркәсіпте әртүрлі мағынаға ие), синонимдерді сәйкестендіру (мысалы, іздеуде "машина" сөзі бар құжаттарды таңдау) арқылы кілт сөздерді іздеуді жақсарта алады. "автомобиль") және морфологиялық нұсқаларды есепке алу (бұл ағылшын тілінен басқа тілдердегі сұраулар үшін маңызды). NLP технологиясына негізделген ғылыми деректерді тиімді іздеу дәрігерлер, заңгерлер және басқа мамандар үшін соңғы зерттеулерге қол жеткізуді айтарлықтай жеңілдетеді.

Іздеу жүйелерін оңтайландыру. NLP-бұл сіздің ұйымыңызға онлайн іздеу нәтижелерінде жоғарылауға мүмкіндік беретін керемет құрал, өйткені ол нәтижелерді талдай алады және мазмұнды оңтайландырады. Іздеу жүйелері іздеу нәтижелерін бағалау үшін NLP пайдаланады. Осы әдістерді қалай тиімді пайдалану керектігін түсіну арқылы Сіздің компанияңыздың бәсекелестерден жоғары іздеу нәтижелерінде көрінуіне оңай қол жеткізуге болады. Бұл Сіздің компанияңыздың көбірек қаралатынын білдіреді.

Құжаттардың үлкен жинақтарын талдау және ретке келтіру. Құжаттарды кластерлеу және тақырыптық модельдеу сияқты NLP әдістері компания есептері, жаңа мақалалар немесе ғылыми құжаттар сияқты үлкен құжаттар жинағындағы әртүрлі материалдарды түсінуді жеңілдетеді. Бұл әдістер көбінесе сұраныс бойынша ақпаратты ашу үшін қолданылады.

Әлеуметтік медианы талдау. NLP ақпараттың үлкен көлемін жақсы түсіну үшін пайдаланушылардың пікірлері мен әлеуметтік медиа пікірлерін талдай алады. Мәтіннің кілтін талдау әлеуметтік желілердегі оң және теріс пікірлерді анықтайды, бұл клиенттердің нақты уақыттағы реакциясын бағалауға мүмкіндік береді. Бұл кейінірек айтарлықтай пайда әкелуі мүмкін, мысалы, сатып алушылардың қанағаттанушылығының жоғарылауы және кірістің өсуі.

Нарықты талдау. Егер сіз NLP-ді компания клиенттерінің тілін талдау үшін қолдансаңыз, олардың не қалайтынын және олармен қалай қарым-қатынас жасау керектігін жақсы түсінуге болады. Мәтіннің кілтін аспектіге бағытталған талдау әлеуметтік желілердегі белгілі бір аспектілерге немесе өнімдерге қатысты мәлімдемелердің кілтін анықтайды (мысалы: "пернетақта керемет және экран тым күңгірт") және өнім дизайнына немесе жарнамалық науқандарға бірден өзгерістер енгізуге болатын ақпаратты береді.

Мазмұнды модерациялау. Егер сіздің компанияңыз көптеген пайдаланушыларды тартса немесе клиенттер көптеген пікірлер қалдырса, NLP олардың сапасы мен сыпайылығын қамтамасыз ету үшін мәлімдемелерді

модерациялауға мүмкіндік береді. Бұған тек сөздерді ғана емес, сонымен қатар түсініктемелердің кілті мен мәнін талдау арқылы қол жеткізуге болады.

Қорытынды

Жоғарыда келтірілген дәстүрлі іздеу жүйесінің модельдері бастапқыда құжаттарды бір-біріне тәуелді емес көптеген жеке сөздер ретінде қарастыруды көздеді. Бқтималдық моделі төмен есептеу масштабталуымен, жүйені үнемі оқыту қажеттілігімен сипатталады. Ең көп тарағандары-алгебралық теориялық-көп модельдер, өйткені олардың практикалық тиімділігі әдетте жоғары. Айта кету керек, жақында ұсынылған ақпараттық іздеу жобаларының жаңа іске асырылуы көбінесе гибриді модельдер болып табылады және әртүрлі сыныптардың модельдерінің қасиеттеріне ие. Ақпараттық-іздеу жүйелерін дамытудың перспективалық бағыттарының бірі-семантикалық іздеу модельдерін құру, оның негізгі міндеті мәтінді талдау, яғни мәтіннен мағынаны алу және оны екі мәтіннің семантикалық жақындығын табуға мүмкіндік беретін формальды модельге айналдыру. Мұндай жүйелердің әлеуеті шынымен үлкен екенін мойындау керек, бірақ қазіргі уақытта барлық мүмкін семантикалық технологиялар жүзеге асырылған жоқ. Шын мәнінде, қазір олар тек табиғи тілде құрылған сөз тіркестерінен кілт сөздерді бөліп көрсетуге және дұрыс іздеу сұрауын жасау үшін қосымша сөз формаларын таңдауға көмектеседі. Іздеу әдістерінің бұл бағыты дамуды қажет етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

Аграновский А.В., Арутюнян Р.Э. (2003). Способы индексации и поиска документов в интернет-порталах // Труды X Всероссийской научно-методической конференция «Телематика-2003». Санкт-Петербург. — 2003. — Т.1. — С. 204–206.

Большакова Е.И., Васильева Н.Э. (2008). Терминологическая вариантность и ее учет при автоматической обработке текстов // Одиннадцатая Национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ—2008. Труды конференции. —М.: Физматлит, 2008. — Т. 2. — С. 174–182.

Браславский П.И., Соколов Е.А. (2006). Сравнение четырех методов автоматического извлечения двухсловных терминов из текста // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: Труды Международной конференции Диалог'2006. — М.: Изд-во РГГУ, — 2006. — С. 88–94.

Иванов В.К., Иванов К.В. (2005). Введение в информационно-поисковые системы: метод. указания по изучению дисциплины "Мировые информ. ресурсы" для студентов спец. "Прикл. информатика (в экономике)" и "Информ. сист. и технол.". — Ч. 2. — Тверь: ТГТУ, — 2005.

Осипов Г.С., Смирнов И.В., Тихомиров И.А. (2008). Реляционно-ситуационный метод поиска и анализа текстов и его приложения // Искусственный интеллект и принятие решений. — М.: ИСА РАН — №2. — 2008. — С. 3–10. 2.

Соченков И.В. (2013). Метод сравнения текстов для решения поисково-аналитических задач // Искусственный интеллект и принятие решений. — М.: ИСА РАН, — № 2. — 2013. — С. 95–106. 3.

Смирнов И.В., Соченков И.В., Муравьев В.В., Тихомиров И.А. (2008). Результаты и перспективы поискового алгоритма Eхactus. // Труды российского семинара по оценке методов информационного поиска РОМИП'2007–2008. — Санкт-Петербург: НУ ЦСИ, — 2008. — С. 66–76.

REFERENCES

Agranovsky A.V., Harutyunyan R.E. (2003). Ways of indexing and searching documents in Internet portals // Proceedings of the X All-Russian Scientific and Methodological Conference "Telematics-2003". St. Petersburg. — 2003. — Vol.1. — Pp. 204–206.

Bolshakova E.I., Vasilyeva N.E. (2008). Terminological variation and its consideration in automatic text processing // Eleventh National Conference on Artificial Intelligence with international participation KII-2008. Proceedings of the conference. -Moscow: Fizmatlit, — 2008. — Vol. 2. — Pp. 174–182.

Braslavsky P.I., Sokolov E.A. (2006). Comparison of four methods of automatic extraction of two-word terms from the text // Computational linguistics and intellectual technologies: Proceedings of the International Conference Dialog'2006. - Moscow: Publishing House of the Russian State University, — 2006. — Pp. 88–94.

Ivanov V.K., Ivanov K.V. (2005). Introduction to information retrieval systems: method. instructions for the study of the discipline "World inform. resources" for students of spec. "Approx. informatics (in economics)" and "Inform. system. and technol.". — Part 2. — Tver: TSTU, — 2005.

Osipov G.S., Smirnov I.V., Tikhomirov I.A. (2008). Relational-situational method of text search and analysis and its applications // Artificial intelligence and decision-making. — Moscow: ISA RAS. — No.2. — 2008. — Pp. 3–10. 2.

Sochenkov I.V. (2013). Method of text comparison for solving search and analytical problems // Artificial Intelligence and decision-making. — Moscow: ISA RAS, — No. 2. — 2013. — Pp. 95–106. 3.

Smirnov I.V., Sochenkov I.V., Muravyev V.V., Tikhomirov I.A. (2008). Results and prospects of the Exactus search algorithm. // Proceedings of the Russian seminar on evaluation of information retrieval methods ROMIP'2007–2008. St. Petersburg: NU CSI, — 2008. — Pp. 66–76.

© **A.Ə. Taurbekova**¹, **O.Zh. Mamyrbayev**², **K.Zh. Doshtaev**³,
T.K. Eginbaykyzy⁴, 2023

¹Kazakh National Technical University named after K.I. Satpayev;

²Institute of Information and Computing Technologies;

³Academy of Logistics and Transport;

⁴Kazakh Automobile and Highway Institute named after L. Goncherev.

E-mail: ainura_071@mail.ru

HYDRODYNAMIC INSTABILITY MECHANISM PROCESS FOR ASSESSMENT SEISMIC ACTIVITY

Mamyrbayev Orken Zhumazhanovich — PhD, Institute of Information and Computational Technologies, Almaty, Kazakhstan

E-mail: morkenj@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8627-1949>;

Taurbekova Ainur Adilgazievna — doctoral student of Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan

E-mail: ainura_071@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5433-8347>;

Doshtaev Kuntugan Zhubanyshevich — PhD, Kolik Zhane Logistics Academy, Almaty, Kazakhstan

E-mail: k.doshtaev@alt.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9806-8251>;

Turganbay Kuralai Eginbaykyzy — Ph.D., Kazakh Automobile and Highway Institute named after L. Goncherev, Almaty, Kazakhstan

E-mail: kuralai_12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5608-1845>.

Abstract. The analysis of geophysical and geological data on tectonic processes occurring in the peripheral layers of the Earth, under the influence of local heated mantle material elevations from the lower mantle is conducted. The assumption that there is a difference between the densities of substances originating from the lower mantle, and substances of the overlying asthenospheric layer is used. Here, this process is considered as a process of hydrodynamic instability. Physical model of high-viscosity liquids at low Reynolds numbers is used to describe the process. Based on analysis data in the literature on the mantle and salt diapirism, a mechanical-mathematical model of mantle material elevation process through the density difference between the overlying and underlying layers is proposed. An analytical solution of a mathematical problem resulting from application of mechanical-mathematical modeling of mantle diapirism is obtained. Comparison of the results of the analytical solution shows good agreement with the data obtained from the experiments and observations of the salt dome.

Keywords: magmatic substances, highly viscous liquid, quasi-linear equation of parabolic type, algorithm and program for solving problems

© А.А. Таурбекова¹, О.Ж. Мамырбаев², К.Ж. Доштаев³,
Е.К. Турганбай⁴, 2023

¹Қаныш Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті;

²Ақпараттық және есептеу технологиялары институты;

³Логистика және көлік академиясы;

⁴ Л.Гончеров атындағы Қазақ автомобиль – жол институты.

E-mail: ainura_071@mail.ru

СЕЙСМИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТТІ БАҒАЛАУ ҮШІН ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ТҰРАҚСЫЗДЫҚ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

Таурбекова Айнұр Әділғазықызы — Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің докторанты, Алматы, Қазақстан

E-mail: ainura_071@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5433-8347>;

Мамырбаев Өркен Жұмажанұлы — PhD, Ақпараттық және есептеу технологиялары институты, Алматы, Қазақстан

E-mail: morkenj@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8627-1949>;

Доштаев Қунтуған Жубанышевич — PhD, Көлік және логистика академиясы, Алматы, Қазақстан

E-mail: k.doshtaev@alt.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9806-8251>;

Турганбай Құралай Егінбайқызы — т.ң.к., Л. Гончеров атындағы Қазақ автомобиль - жол институты, Алматы, Қазақстан

E-mail: kuralai_12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5608-1845>.

Аннотация. Жердің төменгі қабаттарында болып жатқан жоғары температураның әсерінен магманың көтерілуіне, яғни тектоникалық процестер туралы геофизикалық және геологиялық мәліметтерге талдау жүргізілді. Төменгі мантиядан шыққан заттар мен астеносфералық қабаттағы заттардың тығыздықтарының айырмашылығы туралы болжам жасалды. Мұнда бұл процесс гидродинамикалық тұрақсыздық процесі ретінде қарастырылады. Процесті сипаттау үшін Рейнольдстың төмен сандарындағы жоғары тұтқырлы сұйықтықтардың физикалық моделі қолданылады. Әдебиет деректеріне негізделе отырып жердің үстіндегі және астындағы қабаттары тығыздықтарының айырмашылығына байланысты магманың көтерілу процесінің механикалық-математикалық моделі жасалды. Мантия диапиризмасының механикалық және математикалық модельдеуді қолдану нәтижесінде туындаған математикалық есептің аналитикалық шешімі алынды. Аналитикалық шешімдерді салыстыру нәтижелері тәжірибелер мен тұзды күмбезді бақылаудан алынған мәліметтермен жақсы сәйкестігін көрсетеді.

Түйін сөздер: магмалық заттар, жоғары тұтқыр сұйықтық, параболалық типті квазисызықты теңдеу, есептерді шешу алгоритмі мен бағдарламасы

© А.А. Таурбекова¹, О.Ж. Мамырбаев², К.Ж. Доштаев³,
Е.К. Турганбай⁴, 2023

¹Казахский национальный технический университет имени К.И. Сатпаева,
Алматы, Казахстан;

²Институт информационных и вычислительных технологий,
Алматы, Казахстан;

³Академия логистики и транспорта, Алматы, Казахстан;

⁴Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л. Гончерева,
Алматы, Казахстан.

E-mail: ainura_071@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ НЕУСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Мамырбаев Оркен Жумажанович — PhD, Институт информационных и вычислительных технологий, Алматы, Казахстан

E-mail: morkenj@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8627-1949>;

Таурбекова Айнура Адилгазыевна — докторант Казахского национального исследовательского технического университета имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

E-mail: ainura_071@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5433-8347>;

Доштаев Кунтуган Жубанышевич – PhD, Академия транспорта и логистики, Алматы, Казахстан

E-mail: k.doshtaev@alt.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-9806-8251>;

Турганбай Куралай Егинбаевна – к.т.н., Казахский автомобильно-дорожный институт им. Л. Гончерева, Алматы, Казахстан

E-mail: kuralai_12@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5608-1845>.

Аннотация. Авторами проведен анализ геофизических и геологических данных о тектонических процессах, происходящих в периферийных слоях Земли под влиянием локальных разогретых поднятий мантийного материала из нижней мантии, использовано предположение о различии плотностей веществ, происходящих из нижней мантии, и веществ вышележащего астеносферного слоя. В данной статье этот процесс рассматривается как процесс гидродинамической неустойчивости. Для описания процесса использована физическая модель высоковязких жидкостей при малых числах Рейнольдса. На основе литературных данных анализа мантийного и соляного диапиризма разработана механико-математическая модель процесса поднятия мантийного вещества за счет разницы плотностей вышележащего и нижележащего вещества. Получено аналитическое решение математической задачи, возникающей в результате применения механико-математического моделирования мантийного диапиризма. Сравнение результатов аналитического решения показывает хорошее согласие с данными, полученными в результате экспериментов и наблюдений за соляным куполом.

Ключевые слова: магматические вещества, сильновязкая жидкость,

квазилинейное уравнение параболического типа, алгоритм и программа решения задач

Введение

При изучении Земли важной задачей является установление зависимости процессов и явлений, наблюдаемых на поверхности Земли, от процессов, происходящих в глубоких недрах Земли. Эта задача важна и ее решение актуально при изучении строения и развития земной коры.

По данным геофизических и геологических исследований, существует слабый (астеносферный) слой, ограниченный сверху твердой литосферой, а снизу твердой мезосферой [1-8]. И здесь возникает проблема, как учесть влияние нижних областей Земли на движения и процессы в литосферном и астеносферном слое и как это влияет на земную поверхность.

Ограниченность сведений о физических свойствах веществ подстилающей мантии и процессах, происходящих в ней, заставляет делать некоторые предположения.

В недавних исследованиях [9-15] авторы преимущественно предполагают существование локальных поднятий нагретых легких материалов из нижней мантии, которые являются источником движения астеносферного вещества как в вертикальном направлении, так и его горизонтального распространения. Этот подход также используется для объяснения происхождения так называемых «горячих точек» [13,14]. Было замечено, что помимо срединно-океанических хребтов, островных дуг и активных континентальных окраин в некоторых областях внутри плит наблюдается также интенсивный магматизм, типичный пример тому — Гавайи [9-15]. Такие аномальные области («горячие точки») срединно-океанических хребтов имеются в Исландии и на Азорских островах. Согласно теории тектоники плит, «горячие точки» связаны с потоками, исходящими из горячих глубин мантии Земли, вероятно, из-за высокой интенсивности потоков магматического материала и проницаемости тектоносферы.

Исходя из вышесказанного, можно предположить, что существуют локальные поднятия и опускания подастеносферного основания. Как отмечалось выше, здесь формулируется задача определения аналитического вида этих поднятий и опусканий, т.е. требуется определить вид функции, описывающей изменение подастеносферного основания.

Итак, здесь ставится следующая проблема: как определить влияние активных процессов в подстилающей мантии на астеносферу и литосферу, на процесс формирования земной структуры? Другими словами, необходимо определить граничные условия на границе астеносферы и мезосферы, т. е. в основании подастеносферы.

В литературе о Земле [1-4] рассматриваются различные гипотезы и предположения о механизмах взаимодействия астеносферного слоя с

подстилающей мантией. В большинстве случаев тектоническая активность связана с поднятием сильно нагретого расплавленного мантийного материала, и это рассматривается как основная причина многих тектонических процессов. Как отмечалось выше, мантийные вещества поступают в астеносферу через ограниченные участки подастеносферного основания. В зависимости от интенсивности процессов, происходящих в подстилающей мантии и проницаемости тектоносферы, возможны различные варианты механизма взаимодействия астеносферы с подстилающим слоем. К ним относятся механизм мантийного диапиризма, адвекция, появление плюма и другие.

Поэтому для решения этой задачи можно рассматривать различные граничные условия на подастеносферной основе, вытекающие из предположений и гипотез о механизмах этих процессов.

Один из механизмов подъема мантийных веществ и проникновения их в астеносферу предполагает, что мантийные вещества накапливаются в нижней части астеносферы, распространяясь по горизонтали, образуя при этом новый слой высоковязких жидкостей. В этом случае движения в астеносферном слое следует моделировать как движение двухслойной жидкости, плотность нижележащего слоя меньше плотности вышележащего слоя. Очевидно, возникает проблема гидродинамической неустойчивости в двухслойных высоковязких жидкостях. В свою очередь, возможны следующие варианты: когда будет продолжаться поступление нового мантийного материала из нижнего слоя и когда такая «подпитка» прекратится.

В случае, когда количество накопленной массы мантийного материала значительно или когда продолжается «подпитка» новыми поступлениями этого вещества из нижней мантии, происходит поднятие веществ нижнего слоя и падение более тяжелых веществ верхнего слоя. В результате этого процесса вершина границы между этими слоями может достигать верхней границы астеносферы, т. е. основания литосферы, что может привести к возникновению крупных разломов, рифтовых зон в теле литосферы, сопровождающихся такими событиями, как вулканизм, магматизм, сейсмическая активность и т.д.

Другой возможный вариант: когда интенсивность этих процессов недостаточна или проницаемость тектоносферы поднимающимся мантийным материалом незначительна, то на каком-то уровне подъем границы между слоями может прекратиться. Возникает неполная конвекция. Такое явление в геотектонике называется «адвекцией». При таком механизме возможны и различные процессы, влияющие на движение в астеносфере и литосфере.

В случае, когда в астеносферу попадает ограниченное количество мантийного материала и процесс их поступления прекращается, то может произойти появление так называемого плюма. Плюм представляет собой единую сплошную массу мантийного материала, ограниченную со всех сторон астеносферным веществом. Из-за разницы плотности шлейфа и окружающей среды это тело движется вверх, создавая определенные условия для

возникновения различных специфических процессов. Плюм обнаруживается геофизическими методами как в тектонически активных регионах, так и под относительно стабильными континентальными плитами. Изучение плюма стало актуальным в связи с изучением тектонически активных регионов, таких как рифтовые зоны, в частности, Байкальской рифтовой зоны (Н.Л. Добрецов, А.Г. Кирдяшкин, А.А. Кирдяшкин, С.А. Тычков и др.).

Описанные выше механизмы проникновения мантийного материала в астеносферу возможны в тех случаях, когда они не смешаны с веществом астеносферы.

Если же с веществом астеносферы перемешаться мантийные вещества, поступающие в астеносферу из нижней мантии, то процесс будет иметь совершенно иной вид. Тогда задача о движениях астеносферы будет сформулирована по-другому. В этом случае движение будет рассматриваться в вязком слое, когда в некоторой локальной области на его нижней границе задана скорость подъема или опускания (или скорость течения). И возможны различные варианты: либо это непрерывный процесс, когда в течение длительного периода геологического времени происходит «обмен веществ» между астеносферой и подстилающей мантией (конвективный механизм), либо этот процесс связан с кратковременным «высвобождением» мантийного материала в астеносферу («пульсирующий» механизм).

В отличие от традиционных взглядов на конвективные движения в мантии (Д.П. Маккензи, Робертс Дж.М., Н.О. Вайс, Масао Накада, А. Григорьев, Т.Л. Толкунова и др.), Ж.С. Ержанов предложил рассмотреть модель, предполагающую существование под астеносферой «поглотителей» и «источников» мантийных материалов. Такой механизм потоков мантийного вещества позволил бы описать такие интересные явления, как раздвижение (спрединг) и субдукция литосферных плит. Интерес к этому вопросу обусловлен всевозрастающим проявлением интереса к исследованию окраин океана (Ю.М. Пучаровский, Е.Н. Меланхолина, А.В. Пейве, С.В. Руженцев и др.) и срединно-океанических хребтов. Решение таких проблем было бы также полезно для описания тектоники литосферных плит, что позволило бы оценить многие утверждения гипотезы дрейфа континентов.

Проведен краткий обзор возможных механизмов тектонических движений под влиянием эндогенных процессов, оцениваемых в различных геологических гипотезах. Он показал широкий круг проблем, возникающих при решении этой задачи, особенно задач механики сплошных сред.

Далее в статье будут рассмотрены вопросы формулировки граничных условий в задачах взаимодействия астеносферы с подстилающей мантией для некоторых вариантов рассмотренных выше механизмов.

Физическая сущность механизма гидродинамической неустойчивости

Теперь вопрос: как происходит процесс взаимного проникновения слоев жидкости с более высокими коэффициентами динамической вязкости и когда

плотность нижнего слоя меньше плотности верхнего слоя? Ниже приводится описание процесса, происходящего на границе этих двух слоев высоковязкой жидкости.

Рассмотрим декартову систему координат xoz (рис. 1) и в некоторый начальный момент времени в окрестности точки (для определенности с $x=0$) на границе слоев жидкости произошло нарушение равновесия. Это означает, что функция $\xi(x,t)$, описывающая эту границу, получает приращение в окрестности точки $x=0$ т.е. при $\Delta x > 0$ скоростью изменения функции $\Delta \xi = \xi(\Delta x, t) - \xi(0, t)$.

Тогда создается перепад давления в нижнем слое $\Delta p = p_1(\Delta x, t) - p_1(0, t)$.

Из-за малой толщины слоя жидкости она предполагалось, что безразмерное давление в нижнем слое определяется формулой [19]:

$$p_1 = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1} \cdot \xi_1 - z + \frac{\rho_2}{\rho_1} \cdot \xi_2$$

где $\xi_1 = \xi_1(x, t)$, и ξ_2 пока считается постоянной. В этом случае падение давления равно $\Delta p = (\rho_1 - \rho_2) \cdot [\xi_1(\Delta x, t) - \xi_1(0, t)]$.

Если предположить, что функция $\xi(x, t)$ достигает своего максимума, то при положительном значении аргумента приращение $\Delta x > 0$ приращение функции равно $\Delta \xi_1 = \xi_1(\Delta x, t) - \xi_1(0, t)$.

Отсюда следует, что при $\rho_1 > \rho_2$ перепаде давления $\Delta p < 0$ на участке $x > 0$. Из-за такого отрицательного перепада давления в нижнем слое жидкости происходит движение, горизонтальная скорость которого направлена от центра граничного возвышения в сторону $x = 0$ его пониженных участков, т.е. происходит перетекание жидкости для восстановления состояния равновесия. Этот процесс хорошо изучен, и его механизм во многом понятен. Результаты решения аналогичной задачи используются для описания поднятия земной коры после дегляциации, в частности, послеледникового поднятия Фенноскандии [5].

Предположим теперь, что для площади перепад $\rho_1 < \rho_2$ давления $x > 0$ составляет $\Delta p > 0$. Это означает, что за счет положительного перепада давления происходит движение в обратном направлении, т.е. вещества нижнего слоя близлежащей области перемещаются к центру возвышения границы ($x=0$), а вещества $x=0$ верхнего слоя, находящиеся выше области возвышения границы между слоями перемещаются в области его спуска.

В точках возвышения, достаточно удаленных от центра, перепад давления практически равен нулю, следовательно, горизонтальная скорость жидкости там должна быть пренебрежимо малой. Поэтому поднимающиеся вещества придонного слоя компенсируются веществами, близкими к центру возвышения площадей, и происходит понижение границы $z = \xi_1(x, t)$; эти области будут заполнены веществами верхнего слоя. Этот процесс, в свою

очередь, увеличивает перепад давления, что ускоряет подъем веществ в точках окрестности центра возвышения.

Понижение более плотных материалов верхнего слоя в центре рассматриваемой области предотвращает массоперенос из крайних областей. Это обеспечивает локальность поднятия вещества нижнего слоя. Увеличение перепада давления может при благоприятных условиях вызвать появление новых локальных возвышений вещества нижнего слоя на участках, расположенных на достаточном расстоянии от рассматриваемого локального граничного поднятия между слоями.

Постановка задачи определения границ между вязкими слоями

Изложенное показывает физическую природу изучаемого процесса, происходящего на границе раздела двух слоев различной плотности. Для количественного анализа этого процесса следует попытаться получить граничный закон изменения в виде аналитической формулы. Для этого должны быть сформулированы и решены математические задачи, возникающие в результате механо-математического моделирования описываемого здесь процесса.

Очевидно, что математические задачи, которые здесь будут ставиться и решаться, связаны с уравнениями в частных производных. Для поиска частных решений этих уравнений, а также для анализа результатов необходимо задать начальные и граничные условия. В отличие от обычных задач математической физики, в постановке этих задач, а также в формулировке условий их решения, имеются некоторые особенности. Как отмечалось ранее, процесс подъема вещества нижнего слоя и опускания вещества верхнего слоя высоковязких жидкостей происходит очень медленно и длительно. Поэтому можно было бы рассматривать задачу «без начальных условий» [20]. Предполагается, что на $t \rightarrow -\infty$ границе между слоями жидкость находилась в первоначальном равновесии и начался медленный подъем небольшого участка границы из-за нарушений равновесного состояния. Тогда задачу следует рассматривать на интервале времени $-\infty < t < t_1$, где t_1 — моменты времени, соответствующие вершине границы, достигают верхней границы верхнего слоя. После этой точки происходит «разрыв» верхнего слоя и нарушение условий непрерывности, ожидаемых в постановке задачи.

Здесь целесообразно обратиться к физической природе проблемы. В этой задаче движение самой жидкости и изменение границ между слоями будут свободными. Влияние всех факторов, кроме гравитации и вязкости, не учитывается. Движения происходят из-за разницы плотности слоев. Тогда можно считать справедливым следующее утверждение: при свободном движении тяжелой несжимаемой высоковязкой жидкости в гравитационном поле под действием разности плотностей ее слоев изменение их границ в любой точке приводит к соответствующим изменениям в других ее слоях локации.

Из этого утверждения следует, что для решения задачи об изменении границы между слоями жидкости достаточно рассмотреть ее положение только в одной характерной точке. Это означает, что вы можете записывать (измерять) значения пиковой высоты (для $x = 0$) местной отметки для любого момента времени. Например, для $t = 0$ (времени начала) или $t = 1$ (конца отчетного периода). Обратите внимание, что выбор моментов времени условен.

Этот подход полезен для практики. В большинстве случаев при изучении процессов, происходящих в земной коре, данные определяются за последние периоды или по ситуации в реальном времени. Тогда ставится задача их определения в более ранние геологические периоды. Этот подход будет использоваться в дальнейшем для решения частных задач.

Теперь необходимо рассмотреть граничные условия. Как было предложено, рассматривается отдельное локальное возвышение границы между слоями жидкости. Из-за изотропности рассматриваемых слоев положение пограничного слоя симметрично относительно вертикальной z оси. Это позволяет ограничить рассмотрение полубесконечной области $0 \leq x + \infty$, считая точку $x = 0$ центром возвышения. Тогда функция $\xi(x, t)$, определяющая рассматриваемую границу, удовлетворяет условию $\xi(-x, t) = \xi(x, t)$.

Тогда создается перепад давления в нижнем слое $\Delta p = p_1(\Delta x, t) - p_1(0, t)$. Из-за малой толщины слоя жидкости она предполагалось, что безразмерное давление в нижнем слое определяется формулой [19]:

$$p_1 = \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1} \cdot \xi_1 - z + \frac{\rho_2}{\rho_1} \cdot \xi_2$$

где $\xi_1 = \xi_1(x, t)$ и ξ_2 пока считается постоянной. В этом случае падение давления равно $\Delta p = (\rho_1 - \rho_2) \cdot [\xi_1(\Delta x, t) - \xi_1(0, t)]$.

Если предположить, что функция $\xi(x, t)$ достигает своего максимума, то при положительном значении аргумента приращение $\Delta x > 0$ приращение функции равно $\Delta \xi_1 = \xi_1(\Delta x, t) - \xi_1(0, t)$

Отсюда следует, что при $\rho_1 > \rho_2$ перепаде давления $x > 0$ на участке $x > 0$. Из-за такого отрицательного перепада давления в нижнем слое жидкости происходит движение, горизонтальная скорость которого направлена от центра граничного возвышения в сторону $x = 0$ его пониженных участков, т.е. происходит перетекание жидкости для восстановления состояния

равновесия. Этот процесс хорошо изучен, и его механизм во многом понятен. Результаты решения аналогичной задачи используются для описания поднятия земной коры после дегляциации, в частности, послеледникового поднятия Фенноскандии [5].

Отсюда следует, что при $\Delta p < 0$ перепаде давления $\Delta p < 0$ на участке $x > 0$. Из-за такого отрицательного перепада давления в нижнем слое жидкости происходит движение, горизонтальная скорость которого направлена от центра граничного возвышения в сторону $x = 0$ его пониженных участков, т.е. происходит перетекание жидкости для восстановления состояния равновесия. Этот процесс хорошо изучен, и его механизм во многом понятен. Результаты решения аналогичной задачи используются для описания поднятия земной коры после дегляциации, в частности, послеледникового поднятия Фенноскандии [5].

Предположим теперь, что для площади перепад $\rho_1 < \rho_2$ давления $x > 0$ составляет $x = 0$. Это означает, что за счет положительного перепада давления происходит движение в обратном направлении, т.е. вещества нижнего слоя близлежащей области перемещаются к центру возвышения границы ($x=0$), а вещества $x = 0$ верхнего слоя, находящиеся выше области возвышения границы между слоями перемещаются в области его спуска.

В точках возвышения, достаточно удаленных от центра, перепад давления практически равен нулю, следовательно, горизонтальная скорость жидкости там должна быть пренебрежимо малой. Поэтому поднимающиеся вещества придонного слоя компенсируются веществами, близкими к центру возвышения площадей, и происходит понижение границы $z = \xi_1(x, t)$; эти области будут заполнены веществами верхнего слоя. Этот процесс, в свою очередь, увеличивает перепад давления, что ускоряет подъем веществ в точках окрестности центра возвышения.

Понижение более плотных материалов верхнего слоя в центре рассматриваемой области предотвращает массоперенос из крайних областей. Это обеспечивает локальность поднятия вещества нижнего слоя. Увеличение перепада давления может при благоприятных условиях вызвать появление новых локальных возвышений вещества нижнего слоя на участках, расположенных на достаточном расстоянии от рассматриваемого локального граничного поднятия между слоями.

Постановка задачи определения границ между вязкими слоями

Изложенное показывает физическую природу изучаемого процесса, происходящего на границе раздела двух слоев различной плотности. Для количественного анализа этого процесса следует попытаться получить граничный закон изменения в виде аналитической формулы. Для этого должны быть сформулированы и решены математические задачи, возникающие в

результате механо-математического моделирования описываемого здесь процесса.

Очевидно, что математические задачи, которые здесь будут ставиться и решаться, связаны с уравнениями в частных производных. Для поиска частных решений этих уравнений, а также для анализа результатов необходимо задать начальные и граничные условия. В отличие от обычных задач математической физики, в постановке этих задач, а также в формулировке условий их решения, имеются некоторые особенности. Как отмечалось ранее, процесс подъема вещества нижнего слоя и опускания вещества верхнего слоя высоковязких жидкостей происходит очень медленно и длительно. Поэтому можно было бы рассматривать задачу «без начальных условий» [20]. Предполагается, что на $-\infty < t < t_1$ границе между слоями жидкость находилась в первоначальном равновесии и начался медленный подъем небольшого участка границы из-за нарушений равновесного состояния. Тогда задачу следует рассматривать на интервале времени $-\infty < t < t_1$, где t_1 — моменты времени, соответствующие вершине границы, достигают верхней границы верхнего слоя. После этой точки происходит «разрыв» верхнего слоя и нарушение условий непрерывности, ожидаемых в постановке задачи.

Здесь целесообразно обратиться к физической природе проблемы. В этой задаче движение самой жидкости и изменение границ между слоями будут свободными. Влияние всех факторов, кроме гравитации и вязкости, не учитывается. Движения происходят из-за разницы плотности слоев. Тогда можно считать справедливым следующее утверждение: при свободном движении тяжелой несжимаемой высоковязкой жидкости в гравитационном поле под действием разности плотностей ее слоев изменение их границ в любой точке приводит к соответствующим изменениям в других ее слоях локации.

Из этого утверждения следует, что для решения задачи об изменении границы между слоями жидкости достаточно рассмотреть ее положение только в одной характерной точке. Это означает, что вы можете записывать (измерять) значения пиковой высоты (для $x = 0$) местной отметки для любого момента времени. Например, для $t = 1$ (времени начала) или $t = 1$ (конца отчетного периода). Обратите внимание, что выбор моментов времени условен.

Этот подход полезен для практики. В большинстве случаев при изучении процессов, происходящих в земной коре, данные определяются за последние периоды или по ситуации в реальном времени. Тогда ставится задача их определения в более ранние геологические периоды. Этот подход будет использоваться в дальнейшем для решения частных задач.

Теперь необходимо рассмотреть граничные условия. Как было предложено,

рассматривается отдельное локальное возвышение границы между слоями жидкости. Из-за изотропности рассматриваемых слоев положение пограничного слоя симметрично относительно вертикальной Z оси. Это позволяет ограничить рассмотрение полубесконечной области $0 \leq x + \infty$, считая точку $x=0$ центром возвышения. Тогда функция $\xi(x, t)$, определяющая рассматриваемую границу, удовлетворяет условию $\xi(-x, t) = \xi(x, t)$

Поскольку $x = 0$ функция $\xi(x, t)$ достигает максимума, вы можете использовать здесь следующее граничное условие:

$$\frac{\partial \xi(x, t)}{\partial x} = 0.$$

На правой границе интервала $[0] \infty$ задано условие равенства нулю искомой функции

$$\xi(\infty, t) = 0.$$

Следует отметить, что аналитическое решение этой задачи в условиях бесконечной точки не вызывает никаких проблем. Однако численное решение задачи с таким граничным условием вызывает некоторые трудности. Во многих случаях условие на бесконечности заменяется условием в конечной точке $x=x_N$, для которого, а также для значений $x > x_N$ искомая функция имеет достаточно малые значения или ее производную можно считать равной до нуля.

Определение верхней куполовой границы поднимающегося мантийного течения

Предположим, предполагается, что на дне астеносферного слоя локальной области появился некий слой менее плотного мантийного материала. Вещества двух слоев не смешиваются. При этом возникает проблема определения границы между этими слоями, когда плотность вещества нижнего слоя меньше плотности верхнего слоя. Обращается внимание на то, что эта граница движется.

Поставленная в предыдущем параграфе задача об определении аналитической функции, описывающей изменение основания субастеносферы, может быть решена двумя способами. В одном случае нужно рассмотреть проблему гидродинамической неустойчивости, когда нижележащий слой жидкости имеет меньшую плотность, чем плотность вышележащего слоя жидкости. Другим способом определения искомой функции может быть аппроксимация имеющихся данных эксперимента и наблюдений подобных явлений.

Первоначально рассматривается второй метод определения стандартной формы искомой функции на основе анализа данных о явлении, известном как процесс поднятия соляных толщ и образования соляных куполов. В геологии

этот процесс называется солевым диапиризмом [17,18]. Проблеме изучения соляных толщ посвящено большое количество исследований и ее актуальность неоспорима. В первую очередь это касается разведки и добычи нефти и газа. В данной статье эти вопросы непосредственно не рассматриваются. Однако используются результаты исследований этих процессов, выполненные разными исследователями толстой соляной тектоники и опубликованные в печати. Причиной этого является аналогия между процессом солевого диапиризма и мантийным диапиризмом, предполагаемым как одна из причин тектонических движений в системе «литосфера — астеносфера».

По популярному среди геологов мнению о появлении соляных куполов [17], механизм подъема соли, плотность которой меньше плотности окружающей ее породы, аналогичен мантийному диапиризму, когда поднимаются расплавленные легкие мантийные вещества. Имеются экспериментальные исследования, в частности Рамберга [18], которые показывают форму границы поднимающегося вещества. А Говард [17] показывает графическое изображение границы, используя компьютерное моделирование результатов наблюдений за высотами соляных слоев (рис. 1).

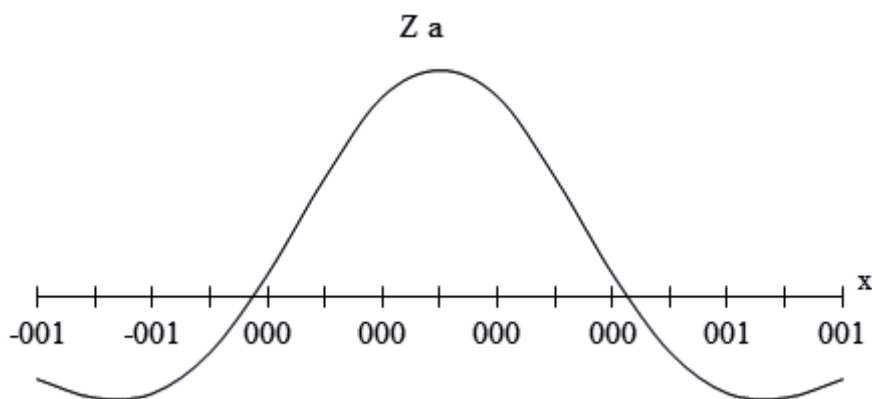


Рисунок 1 – График функции $Z_a(x, t)$ при $n=1$.

Сравнение результатов, полученных Говардом [17] и Рамбергом [18], показывает, что график функции, показанный на рисунке 1, хорошо согласуется с результатами экспериментов, проведенных Рамбергом. Однако на этой диаграмме показана только общая графическая форма границы. С помощью графика невозможно определить ее аналитическую формулу и описать динамику процесса, т.е. изменение искомой функции в момент времени t . Несмотря на это, мы можем принять график этой функции как аппроксимирующую кривую экспериментальных данных Рамберга и высоты соляного купола. наблюдения. Следует отметить, что Ховард отметил ряд свойств функции, которые можно использовать для построения аналитической формулы этого графика.

Обозначим $z = Z_a(x, t)$ искомую функцию. Время t пока будем считать параметром, а зависимость искомой функции от этого параметра пока неизвестна. Потому что по графическим данным Ховарда и Рамберга нельзя установить такую зависимость от времени t .

Следует отметить, что мы рассматриваем некоторое единичное (локальное) возвышение нижнего слоя вещества. Из-за сильной вязкости слоя предполагается, что другое возвышение находится на достаточном расстоянии от первого.

В связи с этим возникает проблема определения аналитической формулы, описывающей границу между поднимающейся жидкостью и ее средой, показанной на рисунке 1, где z – вертикальная, x – горизонтальная ось, t – время.

На основе анализа, проведенного Говардом [17] и Рамбергом [18], сначала необходимо сформулировать условия, которым должна удовлетворять искомая функция $z = Z_a(x, t)$, т.е. сформулировать ее основные свойства. Они есть:

1) Функция $z = Z_a(x, t)$ должна иметь точку локального максимума (минимума). Это означает, что материал нижнего слоя поднимается по некоторым относительно небольшим «каналам». Без ограничения общности можно считать, что локальный максимум (минимум) достигается при $x = 0$ и может быть назван центром подъема (понижения);

2) Функция $z = Z_a(x, t)$ должна быть определена и непрерывна всюду, $x \in (-\infty, +\infty)$;

3) функция $z = Z_a(x, t)$ четная и симметричная относительно оси z , т. е.

$$Z_a(-x, t) = Z_a(x, t) \text{ выполнено условие}$$

4) в точках, достаточно удаленных от центра возвышения ($x = 0$), функция $Z_a(x, t)$ имеет очень малые значения, т.е. при $x \rightarrow +\infty$ и $x \rightarrow -\infty$ предел $\lim Z_a(x, t) = 0$;

5) из сохранения массы (объема) веществ вытекает условие равенства нулю следующих интегралов:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} Z_a(x, t) dx = \int_0^{+\infty} Z_a(x, t) dx = \int_{-\infty}^0 Z_a(x, t) dx = 0;$$

6) площади подъема и опускания равны, т. е.

$$\left| \int_{-x_0}^{+x_0} Z_a(x, t) dx \right| = 2 \cdot \left| \int_0^{+\infty} Z_a(x, t) dx \right| \text{ где } x = \pm x_0 \text{ - точки}$$

пересечения графика функции с горизонтальной осью, т.е. $Z_a(\pm x_0, t) = 0$

Все вышеперечисленные свойства функции относятся к кинематике задачи о медленном подъеме легких веществ – вверх, а тяжелых – вниз.

Общий вид искомой функции $Z_a(x, t)$, удовлетворяющей всем вышеперечисленным условиям, можно записать следующим образом:

$$Z_a(x,t) = \psi(t) \cdot \exp(-\varphi(t) \cdot x^2) \cdot [1 - b(t) \cdot x^{2n}], \quad (1)$$

где $\psi(t)$, $\varphi(t)$, $b(t)$ пока неизвестная функция времени, n – целое число ($n = 1, 2, 3, \dots$), а также $\varphi(t) > 0$. Функция (1) справедлива для местного возвышения. Если рассматривать локальное проседание, то знак перед ним будет отрицательным.

Из условия равенства интегралов нулю (условие 5) можно получить связь между функциями $\varphi(t), b(t)$ и параметром n :

$$b(t) = \frac{[2 \varphi(t)]^n}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot (2n - 1)} \quad (2)$$

Тогда формула (1) может иметь другой вид

$$Z_a(x,t) = \psi(t) \cdot \exp[-\varphi(t) \cdot x^2] \cdot \left\{ 1 - \frac{[2 \cdot \varphi(t) \cdot x^2]^n}{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot (2 \cdot n - 1)} \right\} \quad (3)$$

и искомая функция будет зависеть от двух неизвестных функций $\psi(t), \varphi(t)$, а также от параметра n . Функция $\psi(t)$ определяет закон движения центра возвышения (в $x = 0$) и амплитуду возвышения вершины ее графика. Если рассматривать возвышение, то $\psi(t) > 0$, наоборот, если оседание, то $Z_a(x,t)$.

Из формулы (1) следует, что нулевое значение функции $Z_a(x,t)$ достигается в двух точках - x_0 и $+x_0$, расположенных симметрично относительно ординаты:

$$10-- x_0 = \frac{[1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot \dots \cdot (2n - 1)]^n}{\sqrt{2 \cdot \varphi(t)}} \quad (4)$$

Отсюда видно, что точки $x = x_0$ являются «подвижными», т. е. зависят от значения функции $\varphi(t)$. Чем ниже значение $\varphi(t)$, тем больше значение x_0 и наоборот. Это означает, что функция $\varphi(t)$ описывает «ширину» графика функции $Z_a(x,t)$ в горизонтальном направлении.

Сказанное выше означает, что связь между функциями существует $\psi(t)$ и $\varphi(t)$ ее необходимо определять из динамических условий задачи о гидродинамической неустойчивости высоковязких жидкостей, когда нижний слой имеет меньшую плотность, чем плотность верхнего слоя.

некоторые свойства функции $Z_a(x, t)$ для случая $n = 1$

Пусть параметр $n = 1$. В этом случае первая функция $Z_a(x, t)$ семейства (3) будет иметь вид

$$Z_a(x, t) = \psi(t) \cdot \exp[-\varphi(t) \cdot x^2] \cdot [1 - 2 \cdot \varphi(t) \cdot x^2] \quad (5)$$

Первая частная производная этой функции по времени t определяется как:

$$\frac{\partial Z_a}{\partial t} = \exp[-\varphi(t) \cdot x^2] \cdot \{[\psi''(t) - \psi(t) \cdot \varphi'(t) \cdot x^2] \cdot [1 - 2 \cdot \varphi(t) \cdot x^2] - 2 \cdot \psi(t) \cdot \varphi'(t) \cdot x^2\} \quad (6)$$

Теперь вам нужно найти его первую и вторую производные по x :

$$\frac{\partial Z_a}{\partial x} = 2 \cdot \psi(t) \cdot \varphi(t) \cdot \exp[-\varphi(t) \cdot x^2] \cdot [2 \cdot \varphi(t) \cdot x^2 - 3 \cdot x]; \quad (7)$$

Мы можем показать, что эта функция $Z_a(x, t)$ удовлетворяет следующим свойствам.

Свойство 1. В точке $x_1 = 0$ достигается максимум функции $Z_a(x, t)$. Здесь его максимальное значение равно $\max Z_a(0, t) = \psi(t)$.

Действительно, условия максимума в этой точке выполняются. Фактически в этот момент его первая производная по x равна нулю (необходимое условие), а вторая производная отрицательна, если

$$\psi(t) > 0 \quad (\text{достаточное условие}).$$

Свойство 2. Аналогично можно показать, что в точках $x_{2,3} = \pm \sqrt{1,5 \cdot \varphi(t)}$ достигается минимум

$$\text{функции } \min Z_a(x, t) = 0,431 \cdot \psi(t).$$

Свойство 3. Функция $Z_a(x, t)$ равна нулю в двух точках:

$$x_{4,5} = \pm \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \varphi(t)}} \approx \pm \frac{0,71}{\sqrt{\varphi(t)}}$$

Свойство 4. Функция $Z_a(x, t)$ имеет четыре точки перегиба:

$$x_{6,7} = \pm \sqrt{\frac{3 + \sqrt{6}}{2 \cdot \varphi(t)}} \approx \pm \frac{1,65}{\sqrt{\varphi(t)}}; x_{8,9} = \pm \sqrt{\frac{3 - \sqrt{6}}{2 \cdot \varphi(t)}} \approx \pm \frac{0,5246}{\sqrt{\varphi(t)}}.$$

Таким образом, график функции характеризуется девятью точками.

Координаты этих точек зависят от времени t и их значения изменяются одновременно со временем (рис. 1).

Аналитическое решение задачи.

На основе анализа результатов исследований Рамберга [17] и Говарда [18] получен вид функции, достаточно точно описывающий границу между поднимающимися (легкими) веществами и более тяжелыми верхними

веществами. $Z_a(x, t)$ Однако результаты этих исследований не могут учитывать динамику процесса, поэтому переменная t в функции $Z_a(x, t)$ играла роль некоторого параметра. При этом зависимость функции от времени явно не определена. Следовательно, функция $Z_a(x, t)$ определяется в зависимости от неизвестных функций $\varphi(t)$ и $\psi(t)$. Эти функции могут определять динамику рассматриваемого процесса, однако опубликованная информация не отражает природу этих функций. Для определения неизвестных функций $\varphi(t)$ и $\psi(t)$ требуется сформулировать и решить задачу гидродинамической устойчивости в двухслойных высоковязких жидкостях, когда плотность нижнего слоя меньше плотности верхнего слоя.

Рассмотрим два слоя высоковязких жидкостей, для которых числа Рейнольдса будут малы. Предполагается, что плотность ρ_1 нижнего слоя меньше плотности ρ_2 верхнего слоя. Верхняя поверхность верхнего слоя считается свободной, а нижняя (основание) нижнего слоя – стационарной поверхностью. На граничной поверхности между слоями выполняются условия непрерывности и равенства скоростей.

Для этих слоев предполагается признание «мелкой воды», когда амплитуды локальных подъемов и опусканий границ слоев сравнимы с их средней мощностью (вертикальным размером) и малы по сравнению с горизонтальными размерами. Любое нарушение состояния равновесия на границе слоев является причиной движения в слоях. Движение в этих слоях происходит за счет разницы плотностей слоев. В [22] получена система дифференциальных уравнений для граничных поверхностей: $z = \xi_1(x, t)$ – граница между слоями; $z = \xi_2(x, t)$ – свободная поверхность верхнего слоя. Оно представляет собой систему двух уравнений в частных производных параболического типа второго порядка:

$$\frac{\partial \xi_1}{\partial t} = -a_1^2 \cdot \frac{\partial^2 \xi_1}{\partial x^2} + a_3^2 \frac{\partial^2 \xi_2}{\partial x^2}, \quad (7)$$

$$\frac{\partial \xi_2}{\partial t} = -\frac{a_1^2}{2} \cdot (3h_2 - h_1) \cdot \frac{\partial^2 \xi_1}{\partial x^2} + a_2^2 \cdot \frac{\partial^2 \xi_2}{\partial x^2}. \quad (8)$$

Здесь мы используем следующие обозначения констант:

$$a_1^2 = \frac{ER}{3} \cdot \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1} \cdot h_1^3,$$

$$a_2^2 = \frac{ER}{3} \cdot \frac{\rho_2}{\rho_1} \cdot [h_2^3 + (h_2 - h_1)^3 \cdot \left(\frac{\eta_1}{\eta_2} - 1\right)]$$

$$a_3^2 = \frac{ER}{6} \cdot \frac{\rho_2}{\rho_1} \cdot (3h_2 - h_1) \cdot h_1^2.$$

В этой формуле указаны:

h_1 – безразмерная начальная емкость (толщина) нижнего слоя;

$h_2 - h_1$ – толщина верхнего слоя;

η_1, η_2 – динамические коэффициенты вязкости нижнего и верхнего

слоев соответственно; $ER = \frac{\rho_1 g H^3}{\eta_1 U L}$ – безразмерный параметр (число Ержанова);

U, H, L – принятые характеристические значения: скорость, толщина и горизонтальный размер соответственно; g – ускорение силы тяжести.

В данной работе предложено аналитическое решение данной системы уравнений, имеющее следующий вид:

$$\xi_1(x, t) = \frac{A}{\sqrt{(B^2 - 4 \cdot a^2 \cdot t)^3}} \cdot \exp\left(-\frac{x^2}{B^2 - 4 \cdot a^2 \cdot t}\right) \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot x^2}{B^2 - 4 \cdot a^2 \cdot t}\right) \quad (9)$$

В приведенной формуле a^2 – постоянный параметр, зависящий от свойств рассматриваемых слоев высоковязких жидкостей. Оно определяется следующей формулой [22]:

$$a^2 = \frac{a_1^2 - a_2^2 + \sqrt{(a_1^2 + a_2^2)^2 - 2a_1^2 a_3^2 (3h_2 - h_1)}}{2}, \quad (10)$$

Это решение записано в общем виде; это зависит от неизвестных констант и интегрирования A и B . Легко видеть, что функция (9) удовлетворяет всем свойствам функции, $Z_a(x, t)$ описанной в предыдущем абзаце.

Следовательно, следующее уравнение: $Z_a(x, t) = \xi_1(x, t)$ можно записать с точностью до постоянного значения.

Удовлетворение этого уравнения позволяет определить функции $\varphi(t)$ и $\psi(t)$:

$$\varphi(t) = \frac{1}{B^2 - 4 \cdot a^2 \cdot t}, \quad \psi(t) = \frac{A}{\sqrt{(B^2 - 4 \cdot a^2 \cdot t)^3}}. \quad (11)$$

Таким образом, получено решение задачи определения вида функции, описывающей подъем легких мантийных веществ под влиянием разностей плотностей, возникающих из-за высоких температур в нижней мантии.

Анализ решения задачи приводит к следующим выводам:

1. При увеличении разницы относительной плотности рассматриваемых

слоев $\frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_1}$

поднимающиеся вещества нижнего слоя будут активно влиять на движение верхнего слоя и способствовать поднятию свободной поверхности нижнего слоя. Верхний слой. В зависимости от значений этой величины амплитуда возвышения свободной поверхности составляла примерно от 3 до 10 % амплитуды граничной поверхности между слоями.

2. За счет увеличения отношения динамической вязкости нижнего слоя к

динамическому коэффициенту верхнего слоя $\frac{\eta_1}{\eta_2}$

(при малой вязкости верхнего слоя) вещества верхнего слоя успевают растекаться в горизонтальном направлении и свободно поверхность слоя изменится незначительно.

3. Полученная функция $Z_a(x, t) = \xi_1(x, t)$ определяет поведение локальных субастеносферных пограничных поднятий в результате поднятия мантийного вещества из глубин Земли в «начальный период» мантийного диапиризма.

Заключение

В данной работе решена задача, связанная с определением верхней границы процесса изменения восходящего мантийного потока под воздействием перепадов плотности, которые привели к гидродинамической неустойчивости в астеносферном слое Земли. На основе анализа информации, имеющейся в геологической и геофизической литературе [1-18], $Z_a(x, t)$ установлены основные свойства функции, описывающей рассматриваемый процесс. Аналитическое решение математической задачи, полученное путем механико-математического моделирования, позволило получить функцию, свойства которой полностью соответствуют физической природе процесса гидродинамической неустойчивости в двухслойных высоковязких жидкостях. Функция, полученная в результате аналитического решения этой задачи, достаточно хорошо согласуется с результатами, опубликованными в [17,18].

Практическая ценность полученной функции состоит в том, что она достаточно хорошо описывает кинематику процесса возникновения и эволюции соляных куполов или мантийного диапиризма. Использование такой функции может быть полезно при изучении динамики таких процессов. Функцию можно использовать как для описания отдельного локального купола, так и для описания восходящего мантийного потока под рифтами и срединно-океаническими хребтами. Возможность определения функции через некоторые характерные точки облегчает измерение современных движений земной коры в районах поднятия или опускания земной поверхности.

Вывод

Предсказать начало землетрясения очень сложно. Предложенная функция полезна для аппроксимации результатов наблюдений или экспериментальных данных при изучении явления гидродинамической неустойчивости, далее можно использовать для объяснения механизма подъема соляного купола, и она также предназначена для предупреждения о неизбежном землетрясении за несколько секунд после обнаружения небольших смещений земной коры.

ЛИТЕРАТУРА

- Хайн В.Е. (2003). Основные проблемы современной геологии М.: Научный мир, — 2003. — 348 с.
- Белоусов В.В. (1991). Тектоносфера Земли: взаимодействие верхних мантии и коры. — М.: Недра, —1991. — 428 с.
- Добрецов Н.Л., Кирдяшкин А.Г., Кирдяшкин А.А. (2001). Глубинная геодинамика – Новосибирск: — 2001. — 409 с.
- Ержанов Ж.С. (1964). Теория использования честных горных пород и ее приложений. — Алма-Ата: Наука, — 1964. — 200 с.
- Уолкотт Р.Дж. (1970). Гибкая жесткость, мощность и вязкость литосферы // Журнал геофизических исследований. — 1970. — Том. 75. — С. 3941–3954.
- Раналли Г. (1993). Вязкость астеносферы // Природа (Гр. Бр.). — 1993. — Том. 361. — № 6409. — С. 211.
- Биллс Брюс Г., Гурри Дональд Р., Маршалл Грант А. (1994). Оценки вязкости земной коры и верхней мантии по закономерностям деформации озерной береговой линии в Восточном Большом бассейне // Журнал геофизических исследований, Б. — 1994. — 99. — Том 11. — С. 46–58.
- Де Бремахер Дж.К. (1977). Океаническая литосфера упругая или вязкая // Журнал геофизических исследований. — 1977. — Том 82. — № 14. — С. 234–245.
- Кропоткин П.Н. (1996). Тектонические напряжения в земной ядре // Геотектоника. — 1996. — № 2. — С. 9–42.
- Пушаровский Ю.М., Меланхолина Е.Н. (1992). Тектоническое развитие Земли. Тихий океан и его обрамление. — М.: Наука, — 1992. — 263 с.
- Харпер Дж.Ф. (1978). Астеносферное течение и движение плит // Геофизический Рой. Астрон. Соц. — 1978. — Том 5. — № 1. — С.123–134.
- Манглик А., Глико А.О., Сингх Р.Н. (1995). Движение границы раздела литосфера-астеносфера в ответ на эрозию утолщенной континентальной литосферы: подход движущейся границы // Geophysical Journal Int. — 1995. — Vol. 122. — С. 479–488.
- Лопес Дэвид Э. (1991). Мантийные плюмы // Тектонофизика. — 1991. — Вып. 187. — № 4. — С. 373–384.
- Тычков С.А., Василевский А.Н., Рычкова Е.В. (1999). Эволюция плюмы под континентальной

литосферой с резкими изменениями глубины // Геология и геофизика. — 1999. — Т. 40. — № 8. — С.1182–1196.

Накадо Масао, Такэда Ёситака (1995). Роль мантийного диапира и пластичной нижней коры в островной тектонике // Тектонофизика —1995. — Том. 246. — С. 1–3.

Налпас Т., Брем Дж. П. (1993). Соляноцветковый диапиризм, связанный с растяжением на кристаллическом уровне // Тектонофизика. — 1993. — Вып. 228. — С. 3–4.

Харбух Дж., Бонэм-Картер Г. (1974). Моделирование по ЭВМ в геологии. — М.: Мир, — 1974. — 319 с.

Рамберг Х. (1985). Сила тяжести и перемен в земном ядре. — М.: Недра, — 1985. — 399 с.

Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. (1972). Проблемы гидродинамики и их математические модели. — М.: Наука, — 1972. — 416 с.

Тихонов А.Н., Самарский А.А. (1977). Уравнения математической физики. — М.: Наука, — 1977. — 736 с.

Ладыженская С.А., Солонникова В.А., Уральцева Н.Н. (1967). Линейные и квазилинейные уравнения параболического типа. — М.: Наука, — 1967. — 736 с.

Куралбаев З.К. (2005). Модельное исследование влияния поднятия мантийного материала на тектоносферу // Научный вестник Новосибирского технического университета — 2005. — №1(19). — С. 37–49.

Куралбаев З.К. (2007). Проблемы механико-математического моделирования тектонических процессов в периферийных слоях Земли // Механика и машиноведение. — 2007. — № 1. — С. 67–72.

REFERENCES

Hayn V.E. (2003). Main problems of modern geology — M.: Scientific world, — 2003. — 348 p.
Belousov V.V. (1991). Earth's tectonosphere: interaction of the upper mantle and crust. — M.: Nedra, — 1991. — 428 p.

Dobretsov N.L., Kirdyashkin A.G., Kirdyashkin A.A. (2001). Deep geodynamics. — Novosibirsk: — 2001. — 409 p.

Erzhanov Zh.S. (1964). The theory of using fair rocks and its applications. — Alma-Ata: Science, — 1964. — 200 p.

Walcott R.J. (1970). Flexible rigidity, thickness and viscosity of the lithosphere // Journal of Geophysical Research. — 1970. — Vol. 75. — Pp. 3941–3954.

Ranalli G. (1993). Viscosity of the asthenosphere // Nature (Gr. Br.). — 1993. — Vol. 361. — No. 6409. — P. 211.

Bills Bruce G., Gurry Donald R., Marshall Grant A. (1994). Estimates of the viscosity of the earth's crust and upper mantle from patterns of lake shoreline deformation in the Eastern Great Basin // Journal of Geophysical Research, B. — 1994, — 99. — Vol. 11. — Pp. 46–58.

De Bremacher J.K. (1977). Oceanic lithosphere elastic or viscous // Journal of Geophysical Research. — 1977. — Vol. 82. — No. 14. — Pp. 234–245.

Kropotkin P.N. (1996). Tectonic stresses in the earth's core // Geotectonics. — 1996. — No. 2. — Pp. 9–42.

Pushcharovsky Yu.M., Melankholina E.N. (1992). Tectonic development of the Earth. The Pacific Ocean and its Frame. — M.: Nauka, — 1992. — 263 p.

Harper J.F. (1978). Asthenospheric flow and plate motion // Geophysical Swarm. Astron. Social — 1978. — Vol. 5. — No. 1. — Pp.123–134.

Manglik A., Gliko A.O., Singh R.N. (1995). Movement of the lithosphere-asthenosphere interface in response to erosion of thickened continental lithosphere: a moving boundary approach // Geophysical Journal Int. — 1995. — Vol. 122. — Pp. 479–488.

Lopez David E. (1991). Mantle plumes // Tectonophysics. — 1991. — Issue. 187. — No. 4. — P. 373–384.

Tychkov S.A., Vasilevsky A.N., Rychkova E.V. (1999). Evolution of a plume under the continental

lithosphere with sharp changes in depth // *Geology and Geophysics*. — 1999. — T. 40. — No. 8. — Pp. 1182–1196.

Nakado Masao, Takeda Yoshitaka (1995). The role of the mantle diapir and plastic lower crust in island tectonics // *Tectonophysics* — 1995. — Vol. 246. — Pp. 1–3.

Nalpas T., Brem J.P. (1993). Salt-floral diapirism associated with extension at the crystalline level // *Tectonophysics*. — 1993. — Issue. 228. — Pp. 3–4.

Harbuch J., Bonham-Carter G. (1974). *Computer modeling in geology*. — M.: Mir, — 1974. — 319 p.

Ramberg H. (1989). *Gravity and change in the earth's core*. — M.: Nedra, — 1985. — 399 p.

Lavrentyev M.A., Shabat B.V. (1972). *Problems of hydrodynamics and their mathematical models*. — M.: Nauka, —1972. — 416 p.

Tikhonov A.N., Samarsky A.A. (1977). *Equations of mathematical physics*. — M.: Nauka, — 1977. — 736 p.

Ladyzhenskaya S.A., Solonnikova V.A., Uraltseva N.N. (1967). *Linear and quasilinear equations of parabolic type*. — M.: Nauka, — 1967.—736 p.

Kuralbaev Z.K. (2005). Model study of the influence of uplift of mantle material on the tectonosphere // *Scientific Bulletin of the Novosibirsk Technical University* — 2005. — No. 1 (19). — Pp. 37–49.

Kuralbaev Z.K. (2007). Problems of mechanical-mathematic modeling of tectonic processes in the peripheral layers of the Earth // *Mechanics and mechanical engineering*. — 2007. — No. 1. — Pp. 67–72.

UDC 51.510

© **N.T. Turzhanov, Sh.K. Yelezhanova, S.N. Idrissov,**
Zh.K. Dyussembina, 2023

NAO «Atyrau University named after H. Dosmukhamedov», Atyrau, Kazakhstan.

E-mail: turzhanov_n@mail.ru

DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE COURSE REENGINEERING OF INFORMATION PROCESSES

Turzhanov Nurlan — Master's student in the 2nd year of the educational program «Business Informatics», NAO «Atyrau University named after H. Dosmukhamedov», Atyrau, Kazakhstan

E-mail: turzhanov_n@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-1149-2550>;

Yelezhanova Shynar — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Acting Professor of the Department of «Software Engineering», NAO «Atyrau University named after H. Dosmukhamedov», Atyrau, Kazakhstan

E-mail: sh.yelezhanova@asu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9815-9594>;

Idrissov Salamat — Candidate of Pedagogical Sciences, Rector-Chairman of the Board of the NAO "Atyrau University named after H. Dosmukhamedov", Atyrau, Kazakhstan

E-mail: s.idrissov@asu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9912-5863>;

Dyussembina Zhanar — Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Department of «Algebra and geometry», NAO «L.N. Gumilyov Eurasian National University», Astana, Kazakhstan

E-mail: zdyussembina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3599-3674>.

Abstract. This article is devoted to the development of an innovative course on information process reengineering. In modern society, informatization and digitalization play a key role in various spheres of our lives. This impact of information technology extends to business, medicine, public life and, of course, education. Education is becoming increasingly dependent on technology and information processes, which requires adaptation and reengineering of traditional educational methods and approaches. Taking into account the rapid development of the information society, educational institutions and students face new challenges and opportunities. Effective use of information technologies and optimization of information processes are becoming a priority for education. In this context, the development of an innovative course on information process reengineering becomes clearly necessary. Reengineering is the process of revising and restructuring business processes to improve their efficiency and optimize costs. Within the framework of this course, the main aspects of information process reengineering will be considered, including business process analysis, identification of bottlenecks, principles of designing effective and innovative solutions, as well

as methods and tools for the successful implementation of the information process restructuring project. The course will be designed for specialists in the field of information technology, managers and managers of companies who are interested in improving the efficiency of their business processes and introducing innovative approaches into their activities. Students of the course will gain practical skills in developing innovative solutions, as well as learn how to manage and control information process reengineering projects. The course aims to help companies improve the efficiency of their business processes, optimize costs and improve the quality of services and products. As a result of completing the course, students will be able to successfully implement projects on reengineering information processes in their companies.

Keywords: information technology, information process, innovative approach, development of an innovative course, optimization of information processes

© Н.Т. Тұржанов, Ш.К. Ележанова, С.Н. Идрисов, Ж.К. Дюсембина, 2023
«Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті» КеАҚ,
Атырау, Қазақстан.
E-mail: turzhanov_n@mail.ru

АҚПАРАТТЫҚ ҮДЕРІСТЕРДІҢ РЕИНЖИНИРИНГІНІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ КУРСЫН ӘЗІРЛЕУ

Тұржанов Нұрлан Тұржанұлы — «Бизнес-информатика» білім беру бағдарламасының 2 курс магистранты, «Х. Досмұхамедова атындағы Атырау университеті» КеАҚ, Атырау, Қазақстан
E-mail: turzhanov_n@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-1149-2550>;

Ележанова Шынар Капаровна — физика-математика ғылымдарының кандидаты, «Бағдарламалық инженерия» кафедрасының профессор міндетін атқарушысы, «Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті» КеАҚ, Атырау, Қазақстан
E-mail: sh.yelezhanova@asu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9815-9594>;

Идрисов Саламат Нурмуханович — педагогика ғылымдарының кандидаты, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің Басқарма төрағасы - Ректоры, «Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті» КеАҚ, Атырау, Қазақстан
E-mail: s.idrissov@asu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9912-5863>;

Дюсембина Жанар Какеновна — техника ғылымдарының кандидаты, «Алгебра және геометрия» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан
E-mail: zdyusembina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3599-3674>.

Аннотация. Бұл аннотация ақпараттық процестерді реинжиниринг бойынша инновациялық курсты әзірлеуге арналған. Қазіргі қоғамда ақпараттандыру және цифрландыру біздің өміріміздің әртүрлі салаларында шешуші рөл атқарады. Ақпараттық технологиялардың бұл әсері бизнеске, медицинаға, қоғамдық өмірге және, әрине, білімге таралады. Білім беру тек бейімделуді ғана емес, сонымен қатар дәстүрлі білім беру әдістері мен тәсілдерін қайта құруды қажет ететін технологиялар мен ақпараттық процестерге тәуелді бола бастады. Ақпараттық қоғамның қарқынды дамуын

ескере отырып, білім беру мекемелері мен студенттер жаңа қиындықтар мен мүмкіндіктерге тап болады. Ақпараттық технологияларды тиімді пайдалану және ақпараттық процестерді оңтайландыру білім беру үшін басымдыққа айналды. Дәл осы тұрғыда ақпараттық процестерді қайта құру бойынша инновациялық курсты әзірлеу қажет болады. Реинжиниринг — бұл тиімділікті жақсарту және шығындарды оңтайландыру мақсатында бизнес-процестерді қайта қарау және қайта құру процесі. Осы курс шеңберінде бизнес-процестерді талдауды, тығырықтарды сәйкестендіруді, тиімді және инновациялық шешімдерді жобалау қағидаттарын, сондай-ақ ақпараттық процестерді қайта құру жөніндегі жобаны табысты іске асырудың әдістері мен құралдарын қоса алғанда, ақпараттық процестерді реинжинирингтеудің негізгі аспектілері қаралатын болады. Курс өзінің бизнес-процестерінің тиімділігін арттыруға және өз қызметіне инновациялық тәсілдерді енгізуге мүдделі болғандықтани ақпараттық технологиялар саласындағы мамандарға, менеджерлер мен компания басшыларына арналады. Курс студенттері инновациялық шешімдерді әзірлеу бойынша практикалық дағдыларға, сондай-ақ ақпараттық процестерді реинжиниринг бойынша жобаларды басқаруды және бақылауды үйренуге ие болады. Курстың мақсаты - компанияларға бизнес-процестердің тиімділігін арттыруға, шығындарды оңтайландыруға және қызметтер мен өнімдердің сапасын жақсартуға көмектесу болып табылады. Курстан өту нәтижесінде студенттер өз компанияларында ақпараттық процестерді реинжиниринг бойынша жобаларды сәтті жүзеге асыра алады.

Түйін сөздер: ақпараттық технология, ақпараттық процесс, инновациялық тәсіл, инновациялық курсты әзірлеу, ақпараттық процестерді оңтайландыру

© **Н.Т. Туржанов, Ш.К. Ележанова, С.Н. Идрисов, Ж.К. Дюсембина, 2023**

НАО «Атырауский университет им. Х. Досмухамедова», Атырау, Казахстан.

E-mail: turzhanov_n@mail.ru

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО КУРСА ПО РЕИНЖИНИРИНГУ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Туржанов Нурлан Туржанович — магистрант образовательной программы «Бизнес-информатика», НАО «Атырауский университет им. Х. Досмухамедова», Атырау, Казахстан
E-mail: turzhanov_n@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-1149-2550>;

Ележанова Шынар Капаровна — кандидат физико-математических наук, и. о. профессора кафедры «Программной инженерии», НАО «Атырауский университет им. Х. Досмухамедова», Атырау, Казахстан

E-mail: sh.yelezhanova@asu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9815-9594>;

Идрисов Саламат Нурмуханович — кандидат педагогических наук, председатель правления - ректор НАО «Атырауский университет им. Х. Досмухамедова», Атырау, Казахстан

E-mail: s.idrissov@asu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9912-5863>;

Дюсембина Жанар Какеновна — кандидат технических наук, ассоциированный профессор кафедры «Алгебры и геометрии», НАО «Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева», Астана, Казахстан

E-mail: zdyusembina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3599-3674>.

Аннотация. Статья посвящена разработке инновационного курса по реинжинирингу информационных процессов. В современном обществе информатизация и цифровизация играют ключевую роль в различных сферах нашей жизни. Это воздействие информационных технологий распространяется на бизнес, медицину, общественную жизнь и образование, которое становится все более зависимым от технологий и информационных процессов, что требует не только адаптации, но и реинжиниринга традиционных образовательных методов и подходов. С учетом стремительного развития информационного общества, образовательные учреждения и студенты сталкиваются с новыми вызовами и возможностями. Эффективное использование информационных технологий и оптимизация информационных процессов становятся приоритетом для образования. Именно в этом контексте необходима разработка инновационного курса по реинжинирингу информационных процессов. Реинжиниринг является процессом пересмотра и перестройки бизнес-процессов с целью улучшения их эффективности и оптимизации затрат. В рамках данного курса будут рассмотрены основные аспекты реинжиниринга информационных процессов, включая анализ бизнес-процессов, идентификацию узких мест, принципы проектирования эффективных и инновационных решений, а также методы и инструменты для успешной реализации проекта по перестройке информационных процессов. Курс будет предназначен для специалистов в области информационных технологий, менеджеров и руководителей компаний, которые заинтересованы в повышении эффективности внутренних бизнес-процессов и внедрении инновационных подходов в свою деятельность. Студенты курса получат практические навыки по разработке инновационных решений, а также научатся управлять и контролировать проекты по реинжинирингу информационных процессов. Цель курса — помочь компаниям повысить эффективность бизнес-процессов, оптимизировать затраты и улучшить качество услуг и продукции. В результате прохождения курса студенты смогут успешно реализовывать проекты по реинжинирингу информационных процессов в своих компаниях.

Ключевые слова: информационная технология, информационный процесс, инновационный подход, разработка инновационного курса, оптимизация информационных процессов

Введение

Реинжиниринг информационных процессов является ключевым фактором для повышения эффективности и конкурентоспособности предприятий в условиях быстро меняющегося рынка. В настоящее время в связи с быстрым развитием информационных технологий и проникновением Интернета во все сферы жизни, создание инновационного курса по реинжинирингу информационных процессов становится все более актуальным. В данной статье будет представлен процесс разработки такого курса, его цели и задачи, а также особенности его реализации.

Первым шагом в разработке инновационного курса по реинжинирингу информационных процессов является анализ существующих курсов и учебных программ в этой области. Это позволит определить недостатки существующих подходов и выявить возможности для инноваций и улучшений. Затем необходимо определить целевую аудиторию курса, ее потребности и уровень подготовки, чтобы разработать оптимальную структуру и содержание курса.

Важным этапом разработки курса является определение целей и задач, которые должен решать студент после прохождения курса. Это могут быть умения и навыки в области анализа информационных процессов, оптимизации бизнес-процессов, применения новых информационных технологий и т. д. Кроме того, необходимо определить методы оценки эффективности обучения, чтобы иметь возможность измерить достижение поставленных целей и корректировать курс в соответствии с результатами оценки.

Разработка инновационного курса по реинжинирингу информационных процессов требует учета последних тенденций в этой области и умения интегрировать их в курс. Также важно использовать современные методы обучения, такие как онлайн-курсы, вебинары и интерактивные задания, чтобы создать максимально комфортные условия для студентов и повысить эффективность обучения.

При разработке инновационного курса по реинжинирингу информационных процессов также необходимо уделить внимание выбору квалифицированных преподавателей, которые будут проводить обучение. Они должны обладать не только глубокими знаниями в области реинжиниринга информационных процессов, но и иметь опыт преподавания и умение применять инновационные методы обучения.

Материалы и методы

Организация практических занятий, включая выполнение проектов, также играет важную роль в обучении студентов реинжинирингу информационных процессов. Такие занятия позволяют студентам применять полученные знания на практике и развивать необходимые навыки.

Наконец, после разработки инновационного курса необходимо провести его тестирование и получить обратную связь от студентов и преподавателей. Это позволит выявить возможные недостатки и улучшить курс в соответствии с потребностями и запросами студентов.

В целом, разработка инновационного курса по реинжинирингу информационных процессов требует комплексного подхода и учета многих факторов, таких как потребности целевой аудитории, последние тенденции в области, современные методы обучения и квалификация преподавателей. Однако, при правильной разработке и реализации, такой курс может стать эффективным инструментом для повышения эффективности бизнес-процессов на предприятии.

Все студенты потенциально талантливы, но области их таланта дифференцированы, а воспитание во многом зависит от родителей и среды, поэтому, достигнув возраста, когда человеку необходимо получать профессиональное образование, они уже обладают различными способностями, что требует дифференциации их профессиональной подготовки. Отсюда возникает необходимость предоставить выпускникам вуза возможность выбора индивидуальной траектории образования на основе его имеющихся достижений, навыков и увлечений (Нестеров, 2015).

Внутренняя индивидуализация образовательного процесса должна осуществляться с целью помощи будущему специалисту в выработке собственного профессионального стиля, поиска собственного профессионального пути (Ахметзянова, 2018).

Актуальность темы данного исследования заключается в разработке инновационного курса реинжиниринг информационных процессов с учетом индивидуальных качеств и внешних требований к компетенциям студента.

Анализ литературных источников и состояния практики позволили выявить ряд противоречий:

- * между традиционной организацией учебного процесса в вузе, направленной на формирование у студентов знаний и готовности к их применению, и задачами развития индивидуальности студента в процессе профессиональной подготовки;

- * между необходимостью учитывать трудовые функции, заложенные в профессиональных стандартах, в компетенциях выпускников вузов и слабой разработанностью алгоритма учета этих потребностей;

- * между необходимостью автоматизировать процесс построения индивидуального учебного плана каждого студента и отсутствием научно разработанных технологий в этой области.

Цель исследования: разработать систему автоматизированного построения индивидуальных учебных планов с учетом внешних требований к компетенциям выпускника.

Объект исследования: система автоматизированного построения индивидуальных учебных планов с учетом внешних требований к компетенциям выпускника.

Предмет исследования: система автоматизированного построения индивидуальных учебных планов с учетом внешних требований к компетенциям выпускника.

Задачи исследования:

- 1) исследование компетентностного подхода в образовании;
- 2) исследование разработанных профессиональных стандартов и возможности их учета при разработке системы компетенций в высшем образовании;
- 3) исследование индивидуализации образования;

- 4) анализ цифрового портрета студента;
- 5) построение онтологии формирования индивидуального учебного плана;
- 6) проектирование индивидуальных учебных планов студентов;
- 7) анализ инструментов разработки;
- 8) проектирование и разработка базы данных;
- 9) построение архитектуры системы;
- 10) реализация системы автоматизированного построения индивидуальных учебных планов с учетом внешних требований к компетенциям выпускника;
- 11) анализ результатов вычислительного эксперимента.

Степень разработанности темы. Над развитием системы smart-образование работали Нестеров А.В., Ахметзянова Т.А. и Кондурар М.В. Хуторской А.В., Филимонова Е.А., Потапова В.А. посвятили себя воплощению формы обучения на практике. В их работе выделены ключевые преимущества, которых он позволяет достичь: эффективный синтез теоретической и практической подготовки, приобретение необходимого профессионального опыта, развитие личностных компетенций студентов. Чтобы обеспечить соответствие компетенций образовательными параметрами, традиционные применяемые в образовательной практике, необходимо определить содержание понятия «образовательные компетенции» с помощью анализа перечня структурных компонентов компетенции (Кондурар, 2012):

- название компетенции;
- тип компетенции в их общей иерархии (общекультурная, общепрофессиональная, профессиональная компетенция).

В настоящее время в образовательной среде отмечается некоторый консерватизм (Хуторской, 2005). Совершенствование образовательного процесса во многом зависит от учета требований работодателей, так как именно они определяют структуру спроса на рынке труда. Следовательно, с целью повышения качества образовательного процесса с последующим трудоустройством выпускников необходимо периодически проводить мониторинг соответствия формируемых компетенций выпускников требованиям, предъявляемых рынком труда (Филимонова, 2017).

Приоритетными задачами, стоящими перед образовательной системой, выступают: формирование условий вхождения новых поколений в открытое информационное общество, поддержка широкого применения информационных технологий, компьютеризация образовательных организаций и формирование современной и безопасной цифровой образовательной среды. Для решения данных задач важно активизировать инновационную деятельность в образовательной сфере и совершенствовать используемые способы управления (Сыздыкпаева и др., 2015).

Совокупность инфокоммуникационных технологий переходит в новое качество – Smart-образование (Потапова, 2016). Под Smart-образованием понимается организованное и осуществляемое с использованием технических

инноваций и Интернета взаимодействие предмета науки, слушателя, преподавателя и других участников процесса, нацеленное на формирование системного многомерного видения предмета науки, включая его различные аспекты (экономический, правовой, социальный, технологический и т.д.) (Ломаско и др., 2016).

Новое поколение обучающихся достаточно сильно отличается от предыдущих поколений. Современный студент мыслит категориями социальных сетей, его психика настроена на быстрый поиск информации, мгновенный результат. Smart-образование предоставляет студентам возможность приобретения профессиональных компетенций на основе системного многомерного видения и изучения дисциплин с учетом их многоаспектности и непрерывного обновления содержания. Таким образом, переструктурирование деятельности вуза в соответствии с последними образовательными трендами – веление времени, приоритетом выступает инициатива и желание к инновационному развитию (Соловов и др., 2014; Тихомиров и др., 2015)

Теоретическая основа исследования: расширение понятийного аппарата проблемы автоматизации проектирования индивидуальных учебных планов в системе высшего образования.

Методологическая основа исследования: системный подход к изучаемым процессам и явлениям, компетентностный подход к организации высшего образования, технологический подход в разработке индивидуального учебного плана студента.

Научная новизна и практическая значимость в разработке модели автоматизации проектирования индивидуального учебного плана студента с учетом требований профессионального стандарта и личных потребностей выпускника.

Методы исследования анализ процесса составления и реализации учебной программы вуза, смоделирование системы составления учебной программы вуза и анализ результатов после расчетов по модели.

Практическая база: промышленная эксплуатация системы в образовательных учреждениях. Также результаты исследования могут быть использованы методическими службами вузов для проектирования индивидуальных учебных планов студентов.

Одним из возможных результатов прохождения инновационного курса по реинжинирингу информационных процессов может стать повышение конкурентоспособности компании на рынке за счет оптимизации бизнес-процессов и повышения эффективности использования информационных технологий. Кроме того, обучение реинжинирингу информационных процессов может привести к повышению квалификации и компетентности сотрудников, что в свою очередь может улучшить их возможности для карьерного роста.

Инновационный курс по реинжинирингу информационных процессов может также привести к улучшению качества услуг и продукции, что может привлечь новых клиентов и удерживать существующих. Более эффективное использование информационных технологий также может повысить удовлетворенность клиентов и улучшить обслуживание в целом.

В итоге, разработка и реализация инновационного курса по реинжинирингу информационных процессов может стать ключевым элементом успешной трансформации предприятия в условиях быстро меняющегося рынка. Современные технологии и методы обучения могут помочь повысить эффективность бизнес-процессов и улучшить результаты компании в целом.

Заключение

В заключении стоит подчеркнуть важность современных технологических изменений и их влияние на бизнес-процессы. Этот курс не только предоставляет студентам и профессионалам актуальные знания в области реинжиниринга, но и способствует развитию креативного мышления, необходимого для успешной адаптации к постоянно меняющейся информационной среде.

В процессе разработки курса были учтены современные тенденции и лучшие практики в области реинжиниринга. Участники обучения получили возможность не только освоить теоретические аспекты, но и применить их на практике через различные кейс-стади и проекты. Этот опыт обеспечивает выпускников курса необходимыми компетенциями для успешного управления и оптимизации информационных процессов в современных организациях.

Курс также акцентирует важность коллаборации и командной работы, поскольку изменения в информационных процессах часто требуют взаимодействия различных функциональных областей в организации. В результате обучения студенты не только развивают свои навыки реинжиниринга, но и укрепляют свою способность эффективно взаимодействовать в команде.

Надеемся, что разработанный и реализованный курс по реинжинирингу информационных процессов станет важным этапом в профессиональном росте участников и принесет существенный вклад в развитие современных практик управления информационными ресурсами.

ЛИТЕРАТУРА

Ахметзянова Т.А. (2018). Развитие Smart - образования как технологии индивидуализации обучения студентов // Эффективные системы менеджмента: качество, инновации, образование: материалы VII Международного научно-практического форума. – Казань: Изд-во «Познание» Казанского инновационного университета имени В.Г. Тимирязова, —2018. — С.334–337.

Нестеров А.В. (2015). Приведет ли смарт-образование к «закату»? // Компетентность. — 2015. — №2(123). — С. 3–7.

Ломаско П.С., Симонова А.Л. (2016). U-learning – повсеместное электронное обучение в XXI веке: на пути к коннективизму и смарт-образованию // Информатизация образования и методика электронного обучения: Мат. I междунар. науч. конф. в рамках IV международного научно-образовательного форума «Человек, семья и общество: история и перспективы развития». – Томск: Сибирский федеральный университет, — 2016. — С. 293–297.

Соловов А.В., Меньшикова А.А. (2014). Электронное обучение: от настольных

компьютеров к мобильным системам, MOOCS и smart-образованию // Телематика-2014: Труды XXI Всероссийской научно-методич. конф. – СПб.: [Б.И.], — 2014. — С. 64–65.

Сыздыкпаева А.Р., Ахметова Г.М., Жантасова Ж.З. (201). Концепция Smart-университета // Вестник КазНТУ. — 2015. — №6. — С. 152–154.

Тихомиров В.П., Днепровская Н.В. (2015). Смарт-образование как основная парадигма развития информационного общества // Современные информационные технологии и ИТ-образование, — 2015. — №1(11). — С. 9–13.

Потапова В.А. (2016). Формирование онтологической модели компетенций образовательных программ вуза // Экономика и социум. — 2016. — №11(30).

Кондурар М.В. (2012). Понятия компетенция и компетентность в образовании // Вектор науки ТГУ. — 2012. — №1(8). — С. 189–192.

Филимонова Е.А. (2017). Проблема адаптации студентов в будущей профессии в рамках реализации образовательных программ // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. — 2017. — №2 (22). — С. 136–141.

Хуторской А.В. (2005). Технология проектирования ключевых и предметных компетенций. — ЭЙДОС, —2005.

REFERENCES

Akhmetzyanova T.A. (2018). Development of Smart education as a technology of individualization of student learning // Effective management systems: quality, innovation, education: materials of the VII International Scientific and Practical Forum. – Kazan: Publishing House "Cognition" of Kazan Innovative University named after V.G. Timiryasov, — 2018. — Pp. 334–337.

Nesterov A.V. (2015). Will smart education lead to a "sunset"? // Competence. — 2015. — №2(123). — 3–7.

Lomasco P.S., Simonova A.L. (2016). U-learning – ubiquitous e-learning in the XXI century: on the way to connectivism and smart education // Informatization of education and methods of e-learning: Mat. I International scientific conference within the framework of the IV International scientific and educational forum "Man, family and society: history and prospects of development". – Tomsk: Siberian Federal University, — 2016. — Pp. 293–297.

Solovov A.V., Menshikova A.A. (2014). E-learning: from desktop computers to mobile systems, MOOCS and smart education // Telematics-2014: Proceedings of the XXI All-Russian Scientific and Methodological Conference – St. Petersburg: [Б.И.], — 2014. — Pp. 64–65.

Syzdykpaeva A.R., Akhmetova G.M., Zhantasova Zh.Z. (2015). The concept of a Smart University // Bulletin of KazNTU. — 2015. — No. 6. — Pp. 152–154.

Tikhomirov V.P., Dneprovskaya N.V. (2015). Smart education as the main paradigm of information society development // Modern information technologies and IT education, — 2015. — №1(11). — Pp. 9–13.

Potapova V.A. (2016). Formation of an ontological model of competencies of university educational programs // Economy and society. — 2016. — №11(30).

Kondurar M.V. (2012). Concepts of competence and competence in education // Vector of Science TSU. — 2012. — №1(8). — Pp. 189–192.

Filimonova E.A. (2017). The problem of adaptation of students in the future profession within the framework of the implementation of educational programs // Bulletin of the Siberian Institute of Business and Information Technologies. — 2017. — №2 (22). — Pp. 136–141.

Khutorskoy A.V. (2005). Technology of designing key and subject competencies. — EIDOS, — 2005.

UDC 681.3:578.5(083.94)

© V. Shevtsov*, A. Ismailova, Zh. Beldeubayeva, A. Satybaldiyeva,
A. Nurpeisova, 2023

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: shevtsovvladislav111@gmail.com

MLVA AS A METHOD OF GENOTYPING AND ALGORITHMS FOR ITS IMPLEMENTATION USING GENOME-WIDE DATA

Shevtsov V.A. — Master of Science, PhD student, NCJSC «S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University», Astana, Kazakhstan

E-mail: shevtsovvladislav111@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6202-2123>;

Ismailova A.A. — PhD, associate professor, NCJSC «S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University», Astana, Kazakhstan

E-mail: a.ismailova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8958-1846>;

Beldeubayeva Zh. — PhD, senior lecturer, NCJSC «S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University», Astana, Kazakhstan

E-mail: zh.beldeubayeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4056-6220>;

Satybaldiyeva A. — PhD, senior lecturer, NCJSC «S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University», Astana, Kazakhstan

E-mail: satekbayeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5740-7934>;

Nurpeisova A. — PhD, senior lecturer, NCJSC «S. Seifullin Kazakh AgroTechnical Research University», Astana, Kazakhstan

E-mail: naa11317@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>.

Abstract. In the realm of modern molecular biology and epidemiology, where extensive genetic data undergoes intricate processing and analysis, information technologies assume a pivotal role in both propelling and refining the implementation of Multi-Locus Variable Number Tandem Repeat Analysis (MLVA). Within this dynamic landscape, these technologies emerge as catalysts that empower and elevate the MLVA methodology. The comparison of MLVA profiles across diverse individuals or locales reveals the rhythmic patterns of transmission, identifies sources of infection, and illuminates the path of pathogen propagation. This knowledge serves as the bedrock for focused interventions, targeted control strategies, and the preemptive containment of potential outbreaks. In the context of outbreak detection and management, MLVA's use shines particularly bright. The comparison of MLVA profiles across diverse individuals or locales reveals the rhythmic patterns of transmission, identifies sources of infection, and illuminates

the path of pathogen propagation. This knowledge serves as the bedrock for focused interventions, targeted control strategies, and the preemptive containment of potential outbreaks. In the endeavor to combat infectious diseases, Multi-Locus Variable Number Tandem Repeat Analysis (MLVA), underpinned by the formidable capabilities of information technologies, emerges as an indispensable instrument. It not only elucidates the intricate dynamics governing pathogenic agents but also furnishes the essential knowledge requisite for safeguarding public health. This review article describes the significant importance of information technology's role in revealing outbreaks sources and epidemiological control as well as comparative analysis of algorithms is conducted.

Keywords: Information systems, bioinformatics, MLVA, VNTR, algorithms

This work was supported by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan in the framework of program funding for research 2023–2025, project number AP19678041 (“Development of software for the identification of tandem repeats in whole genome sequencing”).

© В. Шевцов*, А. Исмаилова, Ж. Белдеубаева, А. Сатыбалдиева,
А. Нурпеисова, 2023

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

E-mail: shevtsovvladislav111@gmail.com

МЛВА ГЕНОТИПТЕУДІҢ ӘДІСІ ЖӘНЕ ОНЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ АЛГОРИТМДЕРІ РЕТІНДЕГІ ГЕНОМДЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ПАЙДАЛАНУ

Шевцов В.А. — техника ғылымдарының магистрі, докторант, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан Республикасы
E-mail: shevtsovvladislav111@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6202-2123>;

Исмаилова А.А. — PhD, қауымдастырылған профессор, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан Республикасы
E-mail: a.ismailova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8958-1846>;

Белдеубаева Ж. — PhD, аға оқытушы, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан Республикасы
E-mail: zh.beldeubayeva@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4056-6220>;

Сатыбалдиева А. — PhD, аға оқытушы, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан Республикасы
E-mail: satekbayeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5740-7934>;

Нурпеисова А. — PhD, аға оқытушы, «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан Республикасы
E-mail: naa11317@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>.

Аннотация. Кең ауқымды генетикалық деректер күрделі өндеуден және талдаудан өтетін заманауи молекулалық биология және эпидемиология саласында ақпараттық технологиялар көп локусты айнымалы сандар тандемді

қайталау талдауын (MLVA) енгізуді ынталандыруда және нақтылауда шешуші рөл атқарады. Осы динамикалық ландшафтта бұл технологиялар MLVA әдістемесін күшейтетін және көтеретін катализаторлар ретінде пайда болады. Өртүрлі адамдар немесе жергілікті жерлерде MLVA профильдерін салыстыру берілудің ырғақты үлгілерін көрсетеді, инфекция көздерін анықтайды және патогеннің таралу жолын жарықтандырады. Бұл білім бағдарланған араласулар, мақсатты бақылау стратегиялары және ықтимал індеттердің алдын алу үшін негіз болады. Ауруды анықтау және басқару контекстінде MLVA қолдануы ерекше жарқырайды. Зардап шеккен адамдардан алынған патогендік штаммдардың MLVA профильдерін бөлу арқылы әдіс жалпы инфекция көздерін және жағдайлар арасындағы байланыстарды тез арада анықтайды. Бұл ептілік тез жауап беруге мүмкіндік береді, бақылауды және бақылауды жеңілдетеді. Өртүрлі адамдар немесе жергілікті жерлерде MLVA профильдерін салыстыру берілудің ырғақты үлгілерін көрсетеді, инфекция көздерін анықтайды және патогеннің таралу жолын жарықтандырады. Бұл білім бағдарланған араласулар, мақсатты бақылау стратегиялары және ықтимал індеттердің алдын алу үшін негіз болады. Жұқпалы аурулармен күресуде ақпараттық технологиялардың зор мүмкіндіктеріне негізделген Multi-Locus Variable Number Tandem Repeat Analysis (MLVA) таптырмас құрал ретінде пайда болады. Ол патогендік агенттерді басқаратын күрделі динамикасын ашып қана қоймайды, сонымен қатар қоғамдық денсаулықты сақтау үшін қажетті біліммен қамтамасыз етеді. Бұл шолу мақаласында індет ошақтарын және эпидемиологиялық бақылауды ашудағы ақпараттық технологиялар рөлінің маңыздылығы сипатталған, сонымен қатар алгоритмдерге салыстырмалы талдау жүргізілген.

Түйін сөздер: Ақпараттық жүйелер, биоинформатика, MLVA, VNTR, алгоритмдер

Бұл жұмысты Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті 2023–2025 жылдарға арналған ғылыми зерттеулерді бағдарламалық қаржыландыру аясында, № AP19678041 («Тұтас геномдық секвенирлеудегі тандемдік қайталауларды идентификациялау үшін бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу») жобасының қолдауымен өткізілді.

© В. Шевцов*, А. Исмаилова, Ж. Бельдеубаева, А. Сатыбалдиева,
А. Нурпеисова, 2023

Казахский агротехнический исследовательский университет
им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан
E-mail: shevtsovvladislav111@gmail.com

MLVA КАК МЕТОД ГЕНОТИПИРОВАНИЯ И АЛГОРИТМЫ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛНОГЕНОМНЫХ ДАННЫХ

Шевцов В.А. — магистр технических наук, докторант, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», Астана, Казахстан

E-mail: shevtsovvladislav111@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6202-2123>;

Исмаилова А.А. — PhD, ассоциированный профессор, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», Астана, Казахстан

E-mail: a.ismailova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8958-1846>;

Бельдеубаева Ж. — PhD, старший преподаватель, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», Астана, Казахстан

E-mail: zh.beldeubayeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4056-6220>;

Сатыбалдиева А. — PhD, старший преподаватель, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», Астана, Казахстан

E-mail: satekbayeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5740-7934>;

Нурпеисова А. — PhD, старший преподаватель, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», Астана, Казахстан

E-mail: naa11317@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1245-8313>.

Аннотация. В сфере современной молекулярной биологии и эпидемиологии, где обширные генетические данные подвергаются сложной обработке и анализу, информационные технологии играют ключевую роль как в продвижении, так и в совершенствовании внедрения многолокусного тандемного повторного анализа с переменным числом (MLVA). В этом динамичном ландшафте эти технологии становятся катализаторами, которые расширяют возможности и совершенствуют методологию MLVA. Сравнение профилей MLVA у разных людей или мест выявляет ритмические закономерности передачи, определяет источники инфекции и освещает пути распространения патогена. Эти знания служат основой для целенаправленных мер, стратегий прицельного контроля и упреждающего сдерживания потенциальных вспышек. В контексте выявления и борьбы со вспышками использование MLVA проявляется особенно ярко. В борьбе с инфекционными заболеваниями незаменимым инструментом становится мультилокусный анализ тандемных повторов с переменным числом (MLVA), подкрепленный огромными возможностями информационных технологий. Он не только разъясняет сложную динамику патогенных агентов, но также предоставляет важные знания, необходимые для защиты общественного здоровья. В данной обзорной статье описывается значимость роли информационных технологий

в выявлении источников вспышек и эпидемиологическом контроле, а также проводится сравнительный анализ алгоритмов.

Ключевые слова: информационные системы, биоинформатика, MLVA, VNTR, алгоритмы

Работа выполнена при поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках программы финансирования научных исследований на 2023–2025 годы, ИРН проекта AP19678041 («Разработка программного обеспечения для идентификации tandemных повторов при полногеномном секвенировании»).

Introduction

In recent years, the field of molecular biology has witnessed tremendous advancements in genotyping techniques, revolutionising our understanding of microbial diversity and population dynamics (Messina et.al., 2018). Among these techniques, Multi-Locus Variable Number Tandem Repeat Analysis (MLVA) has emerged as a powerful tool for characterising and discriminating between strains of various microorganisms. MLVA utilises the polymorphism observed in tandemly repeated DNA sequences, known as variable number tandem repeats (VNTR) to provide insights into the genetic variability and relatedness of microbial populations.

MLVA involves the amplification and subsequent analysis of multiple VNTR loci, each of which comprises a variable number of repeated DNA motifs (Lindstedt, 2005). The number of repeats at each locus varies among strains, leading to distinct patterns that can be used for strain typing and epidemiological investigations. By comparing the MLVA profiles obtained from different isolates, researchers can discern the relatedness between strains, identify clonal outbreaks, trace the source of infections, and monitor the spread of pathogens within a population or geographical region.

MLVA's significance spans a spectrum of vital contributions, including its role as a discriminating force among closely linked microorganism strains. By delving into the intricacies of variable number tandem repeats (VNTRs) within strain genomes, MLVA crafts distinct profiles that segregate strains with precision.

This micro-level resolution unveils the genetic mosaic within populations and meticulously traces the footprints of infectious agents' transmissions. Beyond mere differentiation, MLVA significantly bolsters epidemiological investigations (Li et.al., 2009). The comparison of MLVA profiles across diverse individuals or locales reveals the rhythmic patterns of transmission, identifies sources of infection, and illuminates the path of pathogen propagation. This knowledge serves as the bedrock for focused interventions, targeted control strategies, and the preemptive containment of potential outbreaks (Cheng et.al, 2015). In the context of outbreak detection and management, MLVA's use shines particularly bright. By dissecting MLVA profiles of pathogenic strains sampled from affected individuals, the technique

promptly pinpoints common infection sources and links between cases. This agility enables swift response, facilitating containment and control. Remarkably, MLVA has played an instrumental role in deciphering outbreaks spanning a gamut of infectious diseases, from foodborne ailments to nosocomial infections. Thus, in the summer of 2018, a small dairy farm located in the eastern region of Austria experienced an abnormal and advanced increase in the number of somatic cells in milk (MSCC). As a result of the bacteriological examination, it became clear that nine out of twenty lactating cows had at least a quarter infected with *P. aeruginosa*. Results obtained in this study suggested that one single strain was responsible for the whole outbreak. Complementing its dynamic roles, MLVA serves as a vigilant sentinel through constant surveillance and monitoring of microbial populations. Regular analyses of isolates from clinical samples, food sources, and environmental reservoirs reveal the evolution of pathogens over time. This vigilance aids in uncovering nascent strains, discerning evolutionary trajectories, and gauging the effectiveness of control measures. Furthermore, MLVA's utility extends to zoonotic diseases, elucidating transmission dynamics by identifying akin strains in animal reservoirs and tracing links to human infections (Cumbassa, 2013). It's also a cornerstone in foodborne outbreak investigations, identifying contamination sources and catalysing effective interventions. MLVA's contributions encompass strain discrimination, epidemiological insight, outbreak vigilance, surveillance, and the scrutiny of zoonotic and culinary pathogens. A fusion of high-resolution discrimination and transmission tracking, MLVA plays an indispensable role in molecular biology and public health, bolstering our understanding of microbial realms, advancing control strategies, and safeguarding public welfare.

Methods

As the main method, comparative analysis of various algorithms for VNTR search was used when comparing types of algorithms that focused on finding already known tandem repeats and discovering new tandem repeats using machine learning methods.

MLVA analysis was implemented using the MLVA_finder script in which RAW reads of *Brucella abortus* were used as input data.

Results

1.1 Process of MLVA analysis implementation

The process of MLVA typically involves three main steps: DNA extraction, PCR amplification of VNTR loci (Figure 1), and fragment analysis. Initially, DNA should be extracted from the target microorganism using established protocols, after that the stage of assessing concentration and purity of the DNA. Subsequently, PCR primers specifically need to be chosen, after performing PCR amplification, the resulting amplicons are then subjected to fragment analysis, typically utilizing capillary electrophoresis, to determine the size of the VNTR alleles present in each sample. These sizes are subsequently used to construct MLVA profiles for each isolate (Li et.al., 2009; Pourcel et.al., 2020).

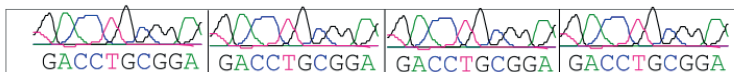
Tandem repeats



Repeat sequences types



Variable Number of Tandem Repeats (VNTR)



Repeat sequence length:
10-100 base pairs/repeat

Short Tandem Repeats (STR)



Repeat sequence length:
2-9 base pairs/repeat

Fig. 1. The representation of tandem repeats

1.2 The MLVA analysis input and output data

The input data for MLVA analysis include such files and/or information as:

Sequences, including “fasta” sequences or raw data converted to fasta as well as reference sequence in “fasta” format. Primers located near to repeat region together with additional information including <locus_name>_<pattern_size>bp_<insert_size_in_reference_genome>bp_<corresponding allele coding convention>U forward_primer, reverse_primer (Table 1)

Table 1 – primers located near VNTR region

n/a	PrimerName	Forward primer	Reverse primer
1	Bruce23_9bp_51bp_1u	CGCCCTTGAGGGTGAGCGTGT	GGATATGGAATCAGAACACGC
2	Bruce24_8bp_108bp_8u	CATGGCCGCAGCGACCATATT	TGCTCCAGCGCGCGGGGAGGT
3	Bruce35_10bp_98bp_4u	GCGCGGTGTTGGCGATCAGC	ACGGCAGCCATGCTGATGGGG
4	Bruce36_15bp_95bp_4u	GCCCGTCGCCAGTGTGAAGT	CAATAGGGACAACGCATCGAA

Once the MLVA analysis has finished, it will produce a “.csv” file which contain information on numbers of VNTR repeats (Table 2)

Table 2 – output of the MLVA analysis using *MLVA_finder* [10] and custom scripts

n/a		Bruce23_ 9bp_51bp_1u	Bruce24 8bp_108bp_8u	Bruce35_ 10bp_98bp_4u	Bruce36_15bp_ 95bp_4u
1	B-abortion-B0502_ S44	3	7	4	19
2	B-abortion-B0558_ S38	4	6	4	19
3	B-abortion- Kaz-030_S2	4	6	4	19
4	B-abortion- Kaz-050_S6	3	6	5	19

As can be seen from the example of artificial data, it can be seen that primers whose locus name is Bruce23 has highest discriminatory power, while Bruce36 loci has the lowest discriminatory power which means such data have no scientific interest (Delgrange et.al., 2004; Benson, 1999).

1.3 Algorithms for identification of VNTR repeats

VNTRs are sequences where a short motif is repeated in tandem, and the number of repeats varies among individuals. For the last 2 decades, various algorithms have been developed to detect these repeats in DNA sequences. Table 3 illustrates an overview of some common algorithms used for VNTR identification (Table 3)

Table 3 – Algorithms for searching VNTR repeats

n/a	Algorithm name	Description
1	STAR	Identifies all segments of the sequence that correspond to significant approximate tandem repetitions of the motif. In our model, an Exact Tandem Repeat (ETR) comes from the tandem duplication of the motif and an ATR derives from an ETR by a series of point mutations.
2	TRF	TRF is a widely used algorithm for detecting tandem repeats in DNA sequences. It employs a heuristic approach to identify repeating patterns and can handle a variety of repeat motifs. TRF has been extensively used in the field of genomics and bioinformatics for detecting and characterising VNTRs.
3	T-REKS	T-REKS is an algorithm for de novo detection and alignment of repeats in sequences based on K-mers algorithm. Minimal length of repeat arrays is 9 for true homorepeats and 14 for other repeats with potential biological meaning.
4	RPWM	The novel RPWM algorithm, which uses a novel algorithm for constructing multiple alignments based on the generation of random position weight matrices, is developed and applied to detect TRs of 2 to 50 nucleotides long in the rice genome, revealing that TRs occupied 5% of the genome and that most of them were 2 and 3 bases long
5	TRhist	An algorithm specifically developed to detect and correctly annotate TR expansions. Their identification of expanded TTTCA repeats within long TTTTA repeats causing BAFME1 was also facilitated by long-read sequencing technologies.

6	PTRStalker	PTRStalker is a new algorithm for ab-initio detection of fuzzy tandem repeats in protein amino acid sequences.
7	RepeatSeq	Determines genotypes for microsatellite repeats in high-throughput sequencing data.
8	STR-FM	

Various algorithms have a number of advantages and drawbacks in relation to each other.

For instance, STAR is a straightforward algorithm used for identifying simple tandem repeats (STRs) in DNA sequences. It works by sliding a fixed-size window across the sequence and searching for repeated patterns within that window. When a repeated pattern is found, it is marked as a tandem repeat, however, the algorithm is designed for basic repeat patterns and may not handle complex or compound repeats efficiently. To overcome the issue of searching a limited number of patterns, the other tools such RepeatSeq and STR-FM were developed. These tools implement search of VNTR repeats using machine learning algorithms such as linear regression or classification. Despite machine learning solutions for identifying VNTR repeats becoming more popular for identifying new repeat patterns, most VNTR analysis algorithms based on already known repeats remain the main direction when it comes to outbreak tracking, that is why the algorithms like RPWM play such an important role (Jorda et.al., 2009; Korotkov et.al., 2021; Gall-Duncan et.al., 2022).

The comparative analysis between the RPWM (Reputation Weight Matrix) algorithm and alternative methods for tandem repeat (TR) identification yielded insightful revelations about their respective capabilities. Specifically, the study unveiled that RPWM displayed a unique proficiency in discerning tandem repeats characterised by elevated levels of nucleotide divergence (Pellegrini et.al., 2012; Guilmatre et.al., 2013; Korotkov et.al., 2021).

The parameter "average number of base substitutions per nucleotide (x)" denotes the extent of sequence variation or mutation present within a tandem repeat sequence. Within this context, a higher value of x signifies a greater departure from the original sequence due to various genetic changes. These alterations can encompass mutations, insertions, deletions, or evolutionary shifts that reshape the repeat motif while preserving the tandem arrangement (Bolognini et.al., 2020; Kumar et.al., 2013).

The research findings illuminated RPWM's exceptional acumen in identifying tandem repeats situated within the range of 1.5 to 3.2 for the average number of base substitutions per nucleotide (x). Essentially, RPWM excelled in capturing tandem repeats that underwent a moderate level of mutational transformation. This remarkable capability allowed for nuanced modifications in the repeat motif while preserving the essential tandem structure (Gao et.al., 2019).

Conversely, prevalent methods like T-REKS and TRF demonstrated limitations in detecting divergent tandem repeats characterised by higher x values (>1.5). This

implies that these methodologies might encounter challenges when accurately pinpointing tandem repeats subjected to significant mutational adjustments, consequently leading to a decreased sensitivity in recognizing such divergent repeats (Gelfand, 2014).

The significance of these findings resides in RPWM's potential to expand the horizons of tandem repeat discovery to sequences marked by evolutionary divergence. Such implications are far-reaching, particularly in evolutionary genomics, where the identification of more divergent tandem repeats enriches the comprehension of genetic variability and evolutionary dynamics.

1.4 Tools for detecting VNTR repeats

These tools (Table 4) offer diverse algorithms and features tailored to cater to various aspects of tandem repeat analysis. Here is the list of software solutions dedicated to tandem repeat identification.

Table 4 – Tools for MLVA analysis

n/a	Tool name	Description
1	<i>ReviSTER</i> 0.1.7	<i>ReviSTER</i> (Revise Simple Tandem repeat Error Reads) is an automated pipeline using a local mapping reference reconstruction method to revise mismapped (mapped to incorrect position) or partially misaligned (mapped to correct position but one of ends misaligned) reads at STR (Simple Tandem Repeat) loci. It takes FASTQ-formatted files, a reference sequence file and a list file containing STR locations as inputs and utilises BWA as an initial mapping program.
2	<i>TRiCoLoR</i>	a freely available tool for tandem repeat profiling using error-prone long reads from third-generation sequencing technologies. The method can identify repetitive regions in sequencing data without a prior knowledge of their motifs or locations and resolve repeat multiplicity and period size in a haplotype-specific manner.
3	<i>Phobos</i>	<i>Phobos</i> is a tandem repeat search tool for complete genomes. <i>PHOBOS</i> can search for tandem repeats with a unit size of more than 5000 bp, which in the <i>STAMP</i> modules implies that primers can also be designed for minisatellites and tandem repeats with even longer units.
4	<i>Bionumerics</i>	The <i>BIONUMERICICS</i> software offers a fully automated workflow for multi-locus VNTR analysis, starting from raw capillary sequencer chromatogram files
5	<i>TideHunter</i>	Uses a fast seed-and-chain algorithm to efficiently recognize the underlying repeat pattern size, and then partition the original long-read into multiple repeat units.
6	<i>MLVA_finder</i>	<i>MLVA_finder.py</i> is a python script designed to do Multi loci VNTR analysis (VNTR stands for Variable Number of Tandem Repeats). <i>MLVA_finder.py</i> performs an in-silico PCR to extract sequences of tandem repeat from submitted fasta file(s) and call VNTR alleles.
7	<i>VNTRseek</i>	<i>VNTRseek</i> is a targeted, efficient VNTR (Variable Number of Tandem Repeats) detection software which can provide essential information on VNTR occurrence and characteristics of minisatellites
8	<i>RepWords</i>	<i>RepWords</i> detects tandem repeats in FASTA sequences.

These software solutions collectively cater to the various needs of researchers engaged in tandem repeat analysis. The choice of software depends on factors such as the complexity of the genome, the specific type of tandem repeats being investigated, the desired level of accuracy, and the ease of use. By utilising these tools, researchers can unravel the intricate patterns of tandem repeats, shedding light on the genomic tapestry and contributing to our understanding of genetic diversity and evolution.

1.5 Sequences analysis equations (calculation and interpretation of the Discriminatory Power)

Sequence analysis equations is an algorithm that is used for aligning the sequences. Although it is not used as the main tool in MLVA analysis, the algorithm is able to provide more information on gaps in sequences, sequence identity and similarity when it comes to missing data(nucleotides) in sequence or checking the direction of sequence.

The expression of Discriminatory Power (D), as initially demonstrated by Hunter, finds its formulation in the context of Simpson's index of diversity (1):

$$D = 1 - \frac{1}{N(N-1)} = \sum_{j=1}^s x_j(x_j - 1) \quad (1)$$

Within this equation, D represents the discriminatory power index, N signifies the count of unrelated strains subjected to testing, S denotes the variety of distinct types identified, and x_j corresponds to the number of strains belonging to the j th type. It's important to note that the assumption is made that the strains are classified into exclusive categories. In essence, a D value of 1.0 would denote a typing method capable of distinctly classifying every member within a strain population from all others. In contrast, an index of 0.0 would imply that all members of a strain population share an identical type. Notably, an index of 0.50 signifies that if one strain is randomly selected from a strain population, there exists a 50% likelihood that the subsequent randomly selected strain would be indistinguishable from the initial selection. Simpson's diversity index is applicable only to situations in which all strains can be placed into mutually exclusive groups (Hunter et.al., 1989).

To improve the algorithm, a generalised version of the first algorithm was proposed by Hunter (Doster, 2019):

$$D = 1 - \frac{1}{N(N-1)} = \sum_{j=1}^N a_j \quad (2)$$

In the context of this mathematical formulation (4), "aj" is indicative of the count of strains within the population that are non-distinguishable from the j th strain. Here, "N" stands for the total number of strains within the population. Put simply, this process involves sequentially comparing each individual strain with all other strains present within the population. Through this comparison, the goal is to ascertain the number of other strains that share an indistinguishable nature with the j th strain, thereby yielding the value of "aj".

The second equation is more effective when it comes to implementing statistical and epidemiological Interpretation. Based on the MLVA results, researchers can draw statistical and epidemiological conclusions. This might involve identifying potential sources of infection, characterising transmission dynamics, and making informed decisions for public health interventions.

Conclusion

While new approaches like machine learning are involved in detecting new VNTR repeat patterns, it is important to improve already existing algorithms for identifying known repeats in assemblies. As it can be seen from the comparative analysis conducted in the article, each algorithm has its own range of application, some algorithms are strictly focused on identifying long repeats while missing the short ones.

Although there are a variety of tools and algorithms existing, still there is no gold standard protocol for detection of such repeats in various organisms. It has been revealed that most algorithms for detecting VNTR repeats are focused on searching already known tandem repeats in pathogens. T-REKS is one of the most successfully developed algorithms in terms of accurate detection of tandem repeats from several nucleotides long to hundreds of nucleotides long.

An important aspect in searching such repeats is that most algorithms and software created are working only with assemblies, meaning that some data could be missed from the final analysis as in most cases genome assembly contains gaps that may lack important information such repeats. Thus, creating an algorithm that could work directly with raw data (sequences) is another direction that is able to improve the quality of MLVA analysis.

REFERENCES

Benson G. (1999). Tandem repeats finder: a program to analyze DNA sequences. *Nucleic acids research*, — 27(2), — 573–580.

Bolognini D., Magi A., Benes V., Korb J.O. & Rausch T. (2020). TRiCoLoR: tandem repeat profiling using whole-genome long-read sequencing data. *Gigascience*, — 9(10). — P. 101.

Cheng J.M., Hiscoe L., Pollock S.L., Hasselback P., Gardy J.L. & Parker R. (2015). A clonal outbreak of tuberculosis in a homeless population in the interior of British Columbia, Canada, — 2008–2015. *Epidemiology & Infection*, — 143(15), — 3220–3226.

Cumbassa A. (2013). Sources and routes of transmission of Q fever: detection, identification and molecular typing of *Coxiella burnetii* in domestic and wild animals (Doctoral dissertation).

Delgrange O. & Rivals E. (2004). STAR: an algorithm to search for tandem approximate repeats. *Bioinformatics*, — 20(16), — 2812–2820.

Doster E. (2019). *Epidemiological Investigation of Antimicrobial Resistance in Beef Production Using Metagenomic Sequencing* (Doctoral dissertation, Colorado State University).

Gao Y., Liu B., Wang Y. & Xing Y. (2019). TideHunter: efficient and sensitive tandem repeat detection from noisy long-reads using seed-and-chain. *Bioinformatics*, — 35(14), — i200–i207.

Gall-Duncan T., Sato N., Yuen R.K. & Pearson C.E. (2022). Advancing genomic technologies and clinical awareness accelerates discovery of disease-associated tandem repeat sequences. *Genome research*, — 32(1), — 1–27.

Guilmatre A., Highnam G., Borel C., Mittelman D. & Sharp A.J. (2013). Rapid Multiplexed Genotyping of Simple Tandem Repeats using Capture and High-Throughput Sequencing. *Human*

mutation, — 34(9), — 1304–1311.

Gelfand Y., Hernandez Y., Loving J. & Benson G. (2014). VNTRseek—a computational tool to detect tandem repeat variants in high-throughput sequencing data. *Nucleic acids research*, — 42(14), — 8884–8894.

Hunter P.R. & Fraser C.A. (1989). Application of a numerical index of discriminatory power to a comparison of four physiochemical typing methods for *Candida albicans*. *Journal of clinical microbiology*, — 27(10), — 2156–2160.

Jorda J. & Kajava A.V. (2009). T-REKS: identification of Tandem REpeats in sequences with a K-meanS based algorithm. *Bioinformatics*, — 25(20), — 2632–2638.

Korotkov E.V., Kamionskya A.M. & Korotkova M.A. (2021). Detection of highly divergent tandem repeats in the rice genome. *Genes*, — 12(4), — 473.

Korotkov E.V., Kamionskya A.M. & Korotkova M.A. (2021). Detection of highly divergent tandem repeats in the rice genome. *Genes*, — 12(4), — 473.

Kumar S., Kumar D. & Chaudhury A. (2013). Mining and Analysis of Tandem Repeated Patterns in Oncogenic Sequences involved in Cancer progression. *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, — 10(6), — 250.

Lindstedt B.A. (2005). Multiple-locus variable number tandem repeats analysis for genetic fingerprinting of pathogenic bacteria. *Electrophoresis*, — 26(13), — 2567–2582.

Li W., Raoult D. & Fournier P.E. (2009). Bacterial strain typing in the genomic era. *FEMS microbiology reviews*, — 33(5), — 892–916.

Messina F., Di Corcia T., Ragazzo M., Sanchez Mellado C., Contini I., Malaspina P. & Jodice C. (2018). Signs of continental ancestry in urban populations of Peru through autosomal STR loci and mitochondrial DNA typing. *PLoS One*, — 13(7), — e0200796.

Pourcel C., Midoux C., Vergnaud G. & Latino L. (2020). The basis for natural multiresistance to phage in *Pseudomonas aeruginosa*. *Antibiotics*, — 9(6), — 339.

Pellegrini M., Renda M.E. & Vecchio A. (2012, December). Ab initio detection of fuzzy amino acid tandem repeats in protein sequences. In *Bmc Bioinformatics*. — Vol. 13. — No. 3. — Pp. 1–13. BioMed Central.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 313–325

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.237>

UDC 004.931

© A.A. Shekerbek^{1*}, A.A. Nekesova¹, Zh.Zh. Moldasheva¹, A.I. Ongarbayeva¹,
A. Tokhaeva², 2023

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

²Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan.

E-mail: shekerbek80@mail.ru

ANALYSIS OF PATHOLOGICAL CONDITIONS OF THE LUNG USING THE FRACTAL METHOD

Shekerbek Ainur Azimbaevna — Doctoral student of the Department of Information Systems of the Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

E-mail: shekerbek80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1088-4239>;

Nekesova Anargul — senior Lecturer, Department of Information Systems, Eurasian National University named after L.N. Gumileva, Astana, Kazakhstan

E-mail: aimurat_anara@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7642-0648>;

Moldasheva Zhadra — Doctoral student of the Department of Information Systems of the Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

E-mail: zhadira1985@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0559-3410>;

Ongarbayeva Ainagul — Senior lecturer, Department of Information Security, L.N. Gumilyov Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan

E-mail: ainagul.ongarbaeva@gmail.com, ORCID 0000-0001-7094-0557;

Tokhayeva Ainur — Senior lecturer, Department of Information Technology, Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan

Email: tohaeva81@mail.ru.

Abstract. Currently, identifying the pathology of lung cavities and their digital processing are one of the pressing problems in the healthcare sector of Kazakhstan. In this study, the fractal analysis method was used to solve the problems. Diagnosis of lung pathology based on fractal analysis is a dynamically developing area in the field of medical research. Fractal analysis can be used to analyze medical images of the lungs, such as X-rays, CT scans, and magnetic resonance imaging. One of the approaches to diagnosing lung pathology using fractal analysis is to assess the fractal dimension of pulmonary structures, such as bronchi and alveoli. This article discusses images of pulmonary cavity pathology obtained from an open data source. Based on the analysis of fractal objects, they were pre-processed. Software algorithms for the functioning of the screening diagnostics information system have also been developed. Based on the information contained in the fractal image of the

lungs, mathematical models were created to generate diagnostic rules. As a result, a reference set of information features was formed that allows the development of algorithms for diagnosing lungs, dividing them into healthy ones and those with pathologies, such as tuberculosis. However, it should be noted that fractal analysis is a complex and resource-intensive process that requires experience and specialized equipment. It is important to emphasize that the use of fractal analysis should be considered as an auxiliary tool, and the final decision about the presence or absence of pathology should be made by the physician based on an extensive and comprehensive analysis of the data.

Keywords: chest radiograph, medical imaging, texture, fractal analysis, fractal dimension, digitalization, pathology

© А.Ә. Шекербек^{1*}, А.А. Некесова¹, Ж.Ж. Молдашева¹, А.И. Онгарбаева¹,
А.О.Тохаева², 2023

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

²Қазақ технология және бизнес университеті, Астана қ., Қазақстан.

E-mail: shekerbek80@mail.ru

ФРАКТАЛДЫҚ ӘДІСПЕН ӨКПЕНІҢ ПАТОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ

Шекербек Айнұр Әзімбайқызы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ақпараттық жүйелер кафедрасының докторанты, Астана, Қазақстан
E-mail: shekerbek80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1088-4239>;

Некесова Анаргүл Аймуратовна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан
E-mail: aimurat_anara@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7642-0648>;

Молдашева Жадра Жоламанқызы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ақпараттық жүйелер кафедрасының докторанты, Астана, Қазақстан
E-mail: zhadira1985@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0559-3410>;

Онгарбаева Айнагуль Игиликовна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық қауіпсіздік кафедрасының аға оқытушысы, Астана қ., Қазақстан
E-mail: ainagul.ongarbaeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7094-0557>;

Тохаева Айнұр Ордабековна — Қазақ технология және бизнес университетінің Ақпараттық технологиялар кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан
E-mail: tohaeva81@mail.ru.

Аннотация. Қазіргі уақытта өкпе қуыстарының патологиясын анықтау және оларды цифрлық өңдеу Қазақстанның денсаулық сақтау саласының өзекті мәселелерінің бірі болып табылады. Бұл зерттеуде есептерді шешу үшін фракталдық талдау әдісі қолданылды. Фракталды талдау негізінде өкпе патологиясын диагностикалау медициналық зерттеулер саласындағы динамикалық дамып келе жатқан бағыт болып табылады. Фракталды талдауды рентген, КТ және магнитті-резонансты бейнелеу сияқты өкпенің медициналық кескіндерін талдау үшін пайдалануға болады. Фракталды

талдауды пайдалана отырып, өкпе патологиясын диагностикалау тәсілдерінің бірі бронхтар мен альвеолалар сияқты өкпе құрылымдарының фракталдық өлшемін бағалау болып табылады. Бұл мақалада ашық деректер көзінен алынған өкпе қуысының патологиясының суреттері талқыланады. Фракталды объектілерді талдау негізінде олар алдын ала өңделді. Скринингтік диагностиканың ақпараттық жүйесінің жұмыс істеуінің бағдарламалық алгоритмдері де әзірленді. Өкпенің фракталдық кескінінде қамтылған ақпарат негізінде диагностикалық ережелерді құру үшін математикалық модельдер жасалды. Нәтижесінде өкпені диагностикалау алгоритмдерін жасауға, оларды сау және туберкулез сияқты патологиясы барларға бөлуге мүмкіндік беретін ақпараттық мүмкіндіктердің анықтамалық жиынтығы қалыптасты. Дегенмен, фракталдық талдау тәжірибе мен арнайы жабдықты қажет ететін күрделі және ресурстарды қажет ететін процесс екенін атап өткен жөн. Фракталды талдауды қолдануды көмекші құрал ретінде қарастыру керек екенін және патологияның болуы немесе болмауы туралы соңғы шешімді деректерді кең және жан-жақты талдау негізінде дәрігер қабылдауы керек екенін атап өту маңызды.

Түйін сөздер: кеуде рентгенографиясы, медициналық бейнелеу, текстура, фракталдық талдау, фракталдық өлшем, цифрландыру, патология

© А.А. Шекербек^{1*}, А.А. Некесова¹, Ж.Ж. Молдашева¹, А.И. Онгарбаева¹,
А.О.Тохаева², 2023

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

²Казахский университет технологий и бизнеса, г.Астана, Казахстан.
E-mail: shekerbek80@mail.ru

АНАЛИЗ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ЛЕГКИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРАКТАЛЬНОГО МЕТОДА

Шекербек Айнура Азимбаевна — докторант кафедры информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: shekerbek80@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1088-4239>;

Некесова Анаргүль Аймуратовна — старший преподаватель кафедры информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: aimurat_anara@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-7642-0648>;

Молдашева Жадыра Жоламановна — докторант кафедры информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан
E-mail: zhadira1985@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-0559-3410>;

Онгарбаева Айнагүль Игиликовна — старший преподаватель кафедры информационной безопасности Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан.

E-mail: ainagul.ongarbaeva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7094-0557>;

Тохаева Айнура Ордабековна — старший преподаватель кафедры информационных технологий Казахского университета технологий и бизнеса, г. Астана, Казахстан
E-mail: tohaeva81@mail.ru.

Аннотация. В настоящее время выявление патологии полостей легких и их цифровая обработка представляют собой одну из актуальных проблем в сфере здравоохранения Казахстана. В данном исследовании для решения поставленных задач был применен метод фрактального анализа. Диагностика патологии легких на основе фрактального анализа представляет собой динамично развивающееся направление в области медицинских исследований. Фрактальный анализ может быть использован для анализа медицинских изображений легких, таких как рентгеновские снимки, компьютерная томография и магнитно-резонансная томография. Один из подходов к диагностике патологии легких с использованием фрактального анализа заключается в оценке фрактальной размерности легочных структур, таких как бронхи и альвеолы. В данной статье рассматриваются изображения с патологией легочной полости, полученные из открытого источника данных. На основе анализа фрактальных объектов они были предварительно обработаны. Также разработаны программные алгоритмы функционирования информационной системы скрининговой диагностики. На основе информации, содержащейся в фрактальном изображении легких, созданы математические модели для формирования диагностических правил. В результате был сформирован эталонный набор информационных признаков, позволяющий разрабатывать алгоритмы диагностики легких, разделяя их на здоровые и с патологиями, такими как туберкулез. Однако следует отметить, что фрактальный анализ представляет собой сложный и ресурсоемкий процесс, требующий опыта и специализированного оборудования. Важно подчеркнуть, что использование фрактального анализа следует рассматривать как вспомогательный инструмент, и окончательное решение о наличии или отсутствии патологии должно приниматься врачом на основе обширного и комплексного анализа данных.

Ключевые слова: рентгенограмма грудной клетки, медицинская изображения, текстура, фрактальный анализ, фрактальная размерность, цифровизация, патология

Кіріспе

Ресми деректерге сүйенсек, Қазақстанда жыл сайын пневмониямен ауыратындар саны тіркеледі, мысалы, 2020 жылы – 3000, 2021 жылы – 4000, 2022 жылы – 5000. Қазіргі уақытта тыныс алу органдарының ауруларының зақымдану ықтималдығы жоғары. Олардың ең ауыр түрін дер кезінде анықтау үшін әр адам жыл сайын флюорографиядан өтуі керек. Бұл кезеңде қате болуы мүмкін — байқалмаған патология бір жыл бойы адамда қалады, одан да ауыр түрге айналады және асқынулары бар. Маман патологияны анықтаған жағдайда, науқас рентгендік зерттеуден өтуі керек, бұл диагноздың ықтималдығын арттырады. Сондықтан рентгенограммада патологияларды анықтау бүгінгі күннің өзекті мәселесі болып табылады. Жыл сайынғы флюорографиядағы қателікті азайту, сондай-ақ процесті жеделдету және

диагностика кезеңдерін азайту үшін оны кейінгі талдау үшін рентгендік кескінді сегменттеу алгоритмін қолдану қарастырылады.

Мақалада бұл мәселенің шешімі цифрлық кескінді өңдеудегі дамып келе жатқан бағыттардың бірі — фракталдық талдау арқылы ұсынылған. Бұл бағыттың дамуына көптеген кескіндерді белгілі бір дәрежеде фракталдық немесе мультифракталдық деп санауға болатындығы ықпал етеді. Сондықтан кез келген кескінде фракталдық объектілердің қасиеттері мен сипаттамалары бар, соның ішінде көру масштабына және айналуға өзгермейтіндігі, фракталдық кескінді өңдеудің жаңа әдістерін жасау үшін қолданылуы керек. Фракталды өлшем — геометриялық пішіннің күрделілігінің өлшемі. Сау өкпелерде бронхтар мен альвеолалардың геометриялық пішіндері құрылымның жоғары күрделілігін көрсететін фракталдық өлшемдері жоғары болады. Өкпе патологиясы жағдайында фракталдық өлшем мәндері төмендеуі мүмкін, бұл құрылымдық күрделіліктің жоғалуын көрсетеді. Фракталды талдау негізінде өкпе патологиясын диагностикалау үшін қолданылатын тағы бір әдіс — фракталдық спектрді талдау, ол фракталдық өлшемнің масштабқа қарсы сызбасы болып табылады (Наяк және т.б. 2019). Фракталды спектр әртүрлі патологиялармен байланысты өкпе құрылымындағы өзгерістерді анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін, мысалы, пневмония, туберкулез және т.б.

Дегенмен, фракталдық талдау өкпе патологиясын диагностикалаудың жалғыз әдісі емес екенін және әдетте дәрігердің суретін талдау, өкпе функциясын тексеру және аллергиялық реакцияларға арналған сынақтар сияқты басқа әдістермен бірге қолданылатынын атап өткен жөн. Флюорограмма кескінін визуалды талдау әрқашан науқастың жағдайының нақты диагнозын анықтауға мүмкіндік бере алмайды, сондықтан флюорограмма кескіндерін талдауды ақылды түрде қолдау және соңғы диагнозды қою үшін әдістер мен алгоритмдер қажет. Фракталды кескінді талдау бүкіл кескіннің немесе оның жеке фрагменттерінің немесе сканерлеу өрісіндегі объектілердің фракталдық сипаттамаларын есептеуді қамтиды. Фракталды кескіннің негізгі сипаттамасы оның өлшемі болып табылады, ол фракталдың күрделілігін анықтайды. Кескінді талдаудың сапасын арттыру кескінді цифрлау әдістерінің ажыратымдылығын кеңейтумен де байланысты; Matlab ортасында Image Processing Toolbox көмегімен жүзеге асырылатын қарқындылық пен контрастың екілік кескінінің биттік тереңдігін максималды мүмкін шектерге дейін кеңейту және фракталдық талдау негізінде өкпенің рентгендік кескіндерін цифрлық өңдеудің перспективалық бағыттарын анықтау арқылы. Зерттеу үшін өкпенің ішкі бөліктері, бұғана жанындағы бөлікті қоспағанда, лобтың сыртқы бүйір және төменгі бөліктері қарастырылды, сондықтан өкпе сызбасының шекаралары мен оның айналасындағы аймақ алынып тасталады.

Әдістер мен материалдар

Рентгендік кескіндердегі патологияларды анықтау әдісі ретінде фракталдық тәсілді қолдануға болады. Фракталдар - әртүрлі масштаб деңгейінде өзіне ұқсас құрылымы бар геометриялық объектілер. Фракталды талдауларды

кескіндердің құрылымдық ерекшеліктерін сипаттау үшін қолдануға болады, бұл патологияларды анықтауға және талдауға көмектеседі. Рентгендік кескіндердегі патологияларды анықтау үшін фракталдық талдауды қолданудың мүмкін тәсілдерінің бірі кескін текстурасын талдау болып табылады. Фракталды текстураны талдау кескіннің әртүрлі аймақтары арасындағы айырмашылық дәрежесін анықтауға көмектеседі, бұл патологияның болуын анықтауда пайдалы болуы мүмкін. Мысалы, текстураның өзгеруі ісіктің немесе қабыну процесінің болуын көрсетуі мүмкін (Терехов, 2011).

Басқа ықтимал тәсіл — кескіннің геометриялық қасиеттерін, мысалы, нысандардың пішіні, өлшемі және орналасуын бағалау. Фракталды талдау патологияның болуын көрсете алатын осы қасиеттердегі өзгерістерді анықтауға көмектеседі. Мысалы, өкпе бөліктерінің пішіні мен мөлшерінің өзгеруі өкпенің әртүрлі ауруларын көрсете алады. Фракталды талдауды кескіндерді салыстыру және уақыт бойынша өзгерістерді анықтау үшін де пайдалануға болады. Мысалы, емдеуге дейінгі және кейінгі суреттерді салыстыру емдеудің тиімділігін бағалауға және ықтимал асқинуларды анықтауға көмектеседі.

Растрлық кескіндердің мультифракталдық құрылымдарын анықтау алгоритмінің негізі ретінде келесі әдіс қолданылды. Растрлық кескіндердің шектеулі өлшемі r және c шамасына пропорционалды, мұндағы r – жолдар саны және c – бағандар саны. Минималды ұяшықты — кескін пикселін белгілейік - x_{ij} , мұндағы $i=\overline{1, r}$ және $j=\overline{1, c}$. x_{ij} мәні сұр түстің 0-ден 255-ке дейінгі градациясын сипаттайды, мұнда 0 - қара, 255 - ақ.

Жалпыланған фракталдық өлшемдерді есептеу үшін біз пикселдердің екі түрінің болуын болжайтын өзгертілген әдісті қолдандық. Ол үшін x_{ij} бастапқы деректер жинағын жаңасына түрлендіреміз:

$$y_{ij}(\Gamma) = \begin{cases} 0, & x_{ij} \notin \Gamma, \\ 1, & x_{ij} \in \Gamma, \end{cases} \quad (1)$$

мұндағы $\Gamma=[\gamma_1, \gamma_2]$ – шекті жарықтық деңгейі; γ_1, γ_2 – талдаудың белгіленген шектері $\gamma_1, \gamma_2, \Gamma \subset [0, 255]$.

1-ші суретте $\delta=4$ үшін мұндай кескіннің бөліну мысалы келтірілген. Бұл мысалда $N(4)=9$. Әрбір «бос емес» ұяшықта бірлік пикселдер саны есептеледі:

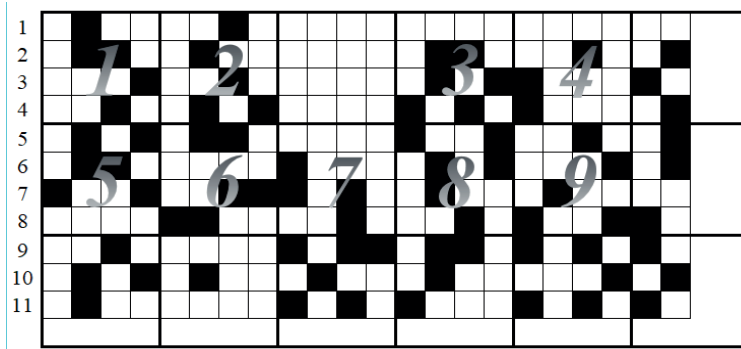
$$M_k = \sum_{i=r(k)}^{\hat{r}(k)+\delta-1} \sum_{j=c(k)}^{\hat{c}(k)+\delta-1} y_{ij}(\Gamma), \quad k = \overline{1, N(\delta)}, \quad (2)$$

мұндағы $r(k)$ және $c(k)$ - k -ші ұяшық басталатын жол мен бағанның нөмірі. 1-кестеде 1-суреттегі бөлімге сәйкес $r(k)$, $c(k)$ және M_k 1-кестеде 1-суреттегі бөлімге сәйкес.

Кесте 1. $\delta=4$ кезіндегі ұяшық сипаттамалары

k	r_k	c_k	M_k
1	1	1	5
2	1	5	5
3	1	13	6

4	1	17	3
5	5	1	6
6	5	5	6
7	5	9	4
8	5	13	6
9	5	17	5



Сур. 1. $\delta=4$ болғанда бөлуге мысал
(Fig. 1. An example of splitting when $\delta=4$)

Суреттегі пиксель бірліктерінің санын есептеңіз:

$$M = \sum_{k=1}^{N(\delta)} M_k \tag{3}$$

және k -ші ұяшықтың «толғандығын» анықтаңыз:

$$p_k = \frac{M_k}{M}, \quad k = 1, N(\delta) \tag{4}$$

(3), (4) қатынастары нормалау қасиетін білдіреді:

$$\sum_{k=1}^{N(\delta)} p_k = \sum_{k=1}^{N(\delta)} \frac{M_k}{M} = 1 \tag{5}$$

D_q фракталдық өлшемдерінің спектрін анықтау үшін мультифракталды сипаттайтын $-\infty \leq q \leq \infty$ разряд қосындысын енгіземіз

$$z(q, \delta) = \sum_{i=1}^{N(\delta)} p_i^q(\delta), \tag{6}$$

q -ші ретгі үлгінің бастапқы моментін көрсету. Содан кейін жалпыланған фракталдық өлшемдердің спектрі формула бойынша есептеледі

$$D_q = \frac{\tau(q)}{q-1} \tag{7}$$

мұндағы $\tau(q)$ функциясы келесідей болады:

$$\tau(q) = \lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{\ln Z(q, \delta)}{\ln \delta}. \tag{8}$$

Біртекті фракталдың жалпыланған фракталдық өлшемдері q -ға тәуелді

емес, яғни $D_q = D_{const}$. Бұл [7]-де көрсетілгендей, тұрақты (біртекті) фракталдар үшін

$$p_i(\delta) = \frac{1}{N(\delta)} \approx \delta^D. \quad (9)$$

Осы жерден біз өлшемдердің теңдігі туралы білеміз. Егер D_q функциясы q -ға тәуелді болса, онда қарастырылып отырған объект мультифракталды болады.

$D_{q,d}$ арқылы белгілейік, дискретті аналогтық функция (7) шегіне (8) өтпей белгіленіз, яғни ұяшық өлшеміне байланысты δ :

$$D_{q,\delta} = \begin{cases} \frac{\ln \sum_{k=1}^{N(\delta)} p_k^q(\delta)}{(1-q)\ln \delta}, & q \neq 1, \\ \frac{\ln(\sum_{k=1}^{N(\delta)} p_k(\delta) \cdot \ln p_k(\delta))}{\ln \delta}, & q = 1. \end{cases} \quad (10)$$

Мультифракталды өлшемдердің спектрі формула бойынша есептеледі

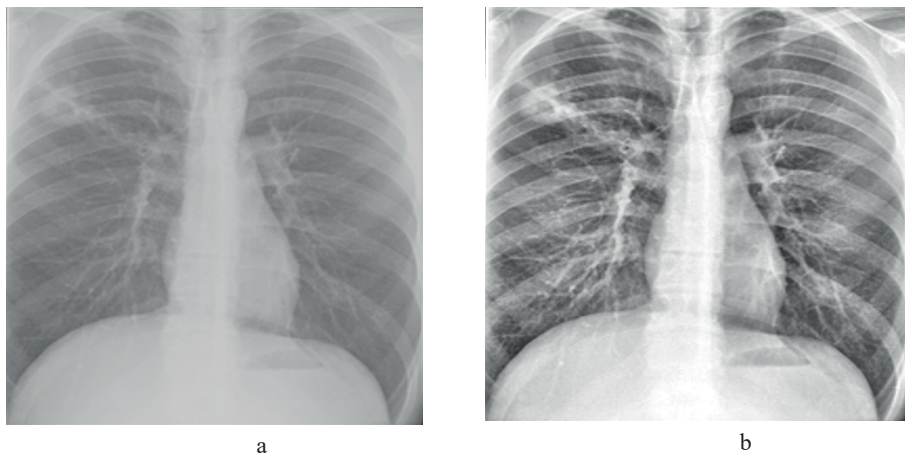
$$D_q = \lim_{\delta \rightarrow 0} D_{q,\delta}. \quad (11)$$

Нәтижелер мен оларды талқылау

Эксперимент барысында 40 сурет зерттелді. Олардың ішінде сау өкпе қуысының түрлері, лобальды пневмония, өкпе туберкулезі, ошақты туберкулез, лобальды пневмония, өкпе эхинококкозы, сегменттік пневмония қарастырылды. Рентгендік оптикалық кескіндердің құрылымы зерттелді және рентгендік диагностика кезінде белгіленген норма және кейбір патологиялар кескіндерінің кестесі құрастырылды (2-сурет). Суреттерде көрсетілген патологиялармен өкпе құрылымдарындағы ауытқулар визуалды түрде байқалады; бұл құрылымдық ауытқулар бағдарламалық қамтамасыз ету арқылы рентгенограмманы талдау кезінде ерекшеленеді.

Бұл жұмыста рентгендік суреттерде патологияны анықтауда фракталдық әдісті орындау алгоритмі келесідей орындалды:

1. Ашық қолжетімді деректер қорынан рентгендік кескінді алу.
2. Суретті өңдеу (контрастты жақсарту, зерттелетін аумақты сегменттеу).
3. Кескінді белгілі бір өлшемдегі шағын блоктарға (терезелерге) бөлу.
4. Әрбір кескін терезесі үшін фракталдық өлшемді есептеу.
5. Барлық кескін терезелері үшін фракталдық спектрді құру. Фракталдық спектр - бұл терезелер санының логарифмінің терезе өлшемінің логарифміне тәуелділігі.
6. Суреттің қалыпты және патологиялық аймақтары арасындағы фракталдық қасиеттердің айырмашылығын анықтау үшін алынған мәліметтерді талдау.
7. Нәтижелерді жақсырақ түсіну үшін түсті кодтау немесе басқа әдістер арқылы талдау нәтижелерін визуализациялау.



Сур. 2. а) Патологиясы бар түпнұсқа сурет, ә) патологиямен суретті өңдеудің нәтижесі

Fig. 2. Processed images with (a) areas of interest, image with pathology and (b) the result of image processing with pathology

Флюорограммаларды сыныптар бойынша бөлуді тәжірибелі сарапшы – рентгенолог жүргізді. Бөлу екі критерий бойынша жүргізілді — норма және патология. Норма бойынша 20 тәжірибе және 20 патология жүргізілді. D_f фракталдық өлшемінің ауытқуларының алынған мәндері үшін зерттеу реті бойынша фракталдық өлшемнің ауытқуларының өзгеруін бейнелейтін таралу графиктері тұрғызылды. D_f фракталдық өлшемнің ауытқу графиктері 2-суретте көрсетілген.

Кесте 2. Суреттердің фракталдық өлшемдерінің мәні

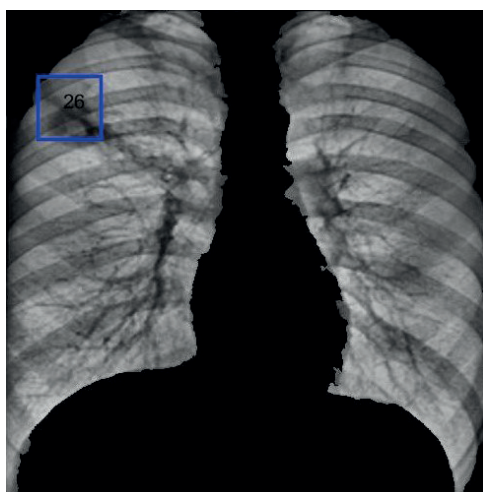
№	Суреттер атауы	Мәні	№	Суреттер атауы	Мәні
1	Normal 1	2,9900	21	Tuberculosis 12	2,4501
2	Tuberculosis 1	2,4036	22	Normal 10	2,9763
3	Normal 2	2,9643	23	Tuberculosis 13	2,5346
4	Tuberculosis 2	2,5525	24	Normal 11	2,8932
5	Tuberculosis 3	2,5159	25	Tuberculosis 14	2,4699
6	Tuberculosis 4	2,5109	26	Normal 12	2,9798
7	Normal 3	2,8701	27	Tuberculosis 15	2,6016
8	Tuberculosis 5	2,6738	28	Normal 13	2,9879
9	Normal 4	2,9179	29	Normal 14	2,9443
10	Tuberculosis 6	2,6881	30	Normal 15	2,8704
11	Normal 5	2,9907	31	Tuberculosis 16	2,5840
12	Tuberculosis 7	2,5920	32	Normal 16	2,9253
13	Normal 6	2,9079	33	Normal 17	2,9643
14	Normal 7	2,9924	34	Tuberculosis 17	2,6204
15	Tuberculosis 8	2,4164	35	Tuberculosis 18	2,5200
16	Tuberculosis 9	2,3530	36	Normal 18	2,9585
17	Normal 8	2,9767	37	Tuberculosis 19	2,6129

18	Tuberculosis 10	2,4271	38	Normal 19	2,9449
19	Normal 9	2,8803	39	Tuberculosis 20	2,6488
20	Tuberculosis 11	2,4047	40	Normal 20	2,9155



Сур. 3. Норма мен патологияның фракталдық өлшемдерінің ауытқу графигі
 Fig. 3. Graph of deviations of fractal dimensions of norm and pathology

Зерттеулер көрсеткендей, бұл шек $D_f = 2,75$ мәнінде жатыр. Бұл шектен төмен нәтижелер әдеттен тыс кескіндер болуы ықтимал.



Сур. 4. Фракциялық әдістің нәтижесі ерекшеленген патологиялық шекаралары бар флюорограммаларды зерттеу болып табылады
 Fig. 4. The result of the fractional method is the study of fluorograms with highlighted pathology boundaries

Кескінді талдау үшін күрделі математикалық идеяны пайдаланатын бағдарламаны есептеу үшін алдын ала алынған нәтижелерді болжаған кезде сәйкес кескінді әзірлеу қажет. Бағдарламалық талдау объектіні белгілі бір өлшемдегі пикселдерге бөлу кезінде орын алатынын ескере отырып, мұндай аймақтарды жасау өте қиынды.

1-кестеде көрсетілгендей, мұндай жағдайларға арналған бағдарламаның қорытындысы «патология анықталмағандықтан» дәрігердің қорытындысымен шамамен 96 % сәйкес келеді, «тамырдың ауырлығы» тұжырымдарымен сәйкестік жоғары – 100 %; Пневмонияда 100 % сәйкестік, бұл әдістің жақсы сезімталдығын көрсетеді. Тек тамырлардың ауырлығы сияқты диагноздар сарапшының қорытындыларымен 78 % - дан аз сәйкес келеді. Мүмкін бұл істер санының жеткіліксіздігінен шығар.

Қорытынды

Растрлық кескіндердің фракталдық өлшемін есептеудің ұсынылған алгоритмі фракталдық талдау әдістерін қолдану арқылы рентгендік кескіндерді талдауға арналған бағдарламалық қамтамасыз етудің негізін құрады. Сұр реңкті флюорографиялық кескіндер үшін фракталдық өңдеу алгоритмін жасау кескінді өңдеу саласында тиімді ғылыми қолдану болып табылады. Әзірленген алгоритм фракталдық талдау негізінде рентгенограммаларды сұрыптау және диагностикалау процестерін қосымша автоматтандыруға мүмкіндік береді.

Қорытындылай келе, растрлық кескіндердің фракталдық өлшемін есептеудің ұсынылған алгоритмі фракталдық талдау әдістерін қолдану арқылы рентгендік кескіндерді талдауға арналған бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеуге негіз болды. Сұр реңкті флюорографиялық кескіндер үшін фракталдық өңдеу алгоритмін жасау кескінді өңдеу саласында тиімді ғылыми қолдану болып табылады. Құрылған алгоритм фракталдық талдау негізінде рентгенограммаларды сұрыптау және диагностикалау процестерін автоматтандыруға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижесінде өкпені сау және туберкулез сияқты патологиясы бар науқастарға жіктеу мүмкіндігімен диагностикалау алгоритмдерін жасауға мүмкіндік беретін ақпараттық белгілердің анықтамалық жиынтығы қалыптасты. Медициналық тәжірибеде фракталдық әдісті жалпы пайдалану рентгендік суреттердегі патологияларды анықтаудың тиімді құралы бола алады. Дегенмен, фракталдық талдау тәжірибе мен арнайы жабдықты қажет ететін күрделі және ресурстарды көп қажет ететін процесс екенін атап өткен жөн. Сонымен қатар, фракталдық талдауды көмекші құрал ретінде қарастыру керек, ал патологияның болуы немесе болмауы туралы соңғы шешімді кең ауқымды деректерді жан-жақты талдау негізінде дәрігер қабылдауы керек.

ӘДЕБИЕТТЕР

Агарвал А., Агарвал К., Акелла М., Агравал Р., Хандельвал Н., Бансал Р. және ОСТА зерттеу тобы. (2019). Регматогенді ретинальды бөліністерді қалпына келтіргеннен кейін Орталық макуланың фракталдық өлшемі мен оптикалық когерентті томографиясының ерекшеліктері. Ретина. — 39 (11). — 2167–2177. — Doi: <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000002276>.

Анарова Ш.А., Ибрагимова З.Ә., Саидулов Э.А. (2021). Кескіннің фракталдық өлшемінің фракталдық өңдеу және анықтау // есептеу және қолданбалы математика мәселелері. — 2021. — №. 5. — Б. 52–70. — <https://elibrary.ru/item.asp?id=47275768>

Арчана Б. және Калираджан К. (2022). «Медициналық кескіндерді өңдеу және оның қолдануларына шолу», 2022 Компьютерлік қолданбалардағы өнертапқыштық зерттеулер бойынша 4-ші халықаралық конференция (ICIRCA), Коимбатор, Үндістан. — 1541–1546 бб. — 2022. — doi: <https://doi.org/10.1109/ICIRCA54612.2022.9985621>.

Ван Ф., Ян К., Ю Дж. және Лей Х. (2019). Сынапты порозиметрияны қолдана отырып, тығыз құмтастардағы кеуектер көлемінің таралуын және фракталдық өлшемді талдау. Физика бойынша нәтижелер, — 13, — 102283. — doi: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2019.102283>.

Вэн Т. және Чеонг К.Н. (2021). Күрделі желілердің фракталдық өлшемі: шолу. Ақпаратты біріктіру, — 73, — 87–102. doi: <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2021.02.001>.

Гуляев Ю.В., Потапов А.А. (2019). Радиоэлектроникадағы (атап айтқанда, радардағы) есептерге арналған жаңа ақпараттық технологияларды синтездеуде фрактал, бөлшек операторлар, текстуралар, масштабтау эффектілері және сызықты емес динамика әдістері теориясын қолдану // Радиотехника және электроника. — 2019. — Т. 64. — № 9. — 839–854 б. <https://doi.org/10.1134/S0033849419080059>

Калаида В.Т., Шапошников А.И. (2022). Эквиваленттік түрлендірулер кезіндегі объектілер кескіндерінің фракталдық өлшемдерінің өзгеруі. — 2022. — <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/125157/65-68.pdf?sequence=1>

Каюков И.Ю. (2023). Күрделі текстуралық кескіндерге фракталдық талдау. — 2023. — <https://s.eduherald.ru/pdf/2023/1/21119.pdf>

Кроновер Р.М. (2006). Динамикалық жүйелердегі фракталдар және хаос. Мәскеу: Техносфера.

Ли Х., Шен Л. және Луо С. (2017). Кеуде қуысының рентгенограммасындағы жалғыз белгілерге негізделген өкпе түйіндерін анықтау тәсілі. IEEE биомедициналық және денсаулық информатика журналы, — 22(2), — 516–524. — doi: <https://doi.org/10.1109/JBHI.2017.2661805>.

Найк С.Р., Мишра Дж. және Палай Г. (2019). Фракталды өлшем арқылы бетінің кедір-бұдырын талдау: шолу. Кескін және кескінді есептеу, — 89, — 21–34. — doi: <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2019.06.015>.

Полищук С.В., Петров К.А. (2022). Микроскопиялық кескіндерді пайдалана отырып, нанокұрылымдардың фракталдық қасиеттерін бағалау // Халықаралық ғылыми зерттеу журналы. — 2022. — №. 2-1 (116). — 24–28 б. — <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-fraktalnyh-svoystv-nanostruktur-po-mikroskopicheskim-izobrazheniyam>

Ся Ю., Цай Дж., Перфект Э., Вэй В., Чжан Ц. және Мэн Ц. (2019). Өткізгіштігін болжау үшін қабат жыныстарының КТ суреттеріндегі фракталдық өлшемді, лакунарлықты және сукколярлықты талдау. Гидрология журналы, — 579, — 124198. — doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124198>.

Терехов С.В. (2011). «Фракталдар және ұқсастық физикасы». Сандық баспахана, — Донецк. — 2011.

Хунчао Х., Гуаньхуа Н., Шан Л., Цянь С., Кай Д., Цзинна Х. және Исинь Л. (2019). Күрделі қышқыл көмірлердің кеуекті фракталдық сипаттамаларына беттік белсенді заттардың әсері. Жанармай, — 253, — 741–753. — doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.05.073>.

REFERENCES

- Agarwal A., Aggarwal K., Akella M., Agrawal R., Khandelwal N., Bansal R. & OCTA Study Group. (2019). Fractal dimension and optical coherence tomography angiography features of the central macula after repair of rhegmatogenous retinal detachments. *Retina*, — 39(11). — Pp. 2167–2177. — doi: <https://doi.org/10.1097/IAE.0000000000002276>.
- Anarova Sh.A., Ibrokhimova Z.E., Saidkulov E.A. (2021). Fractal processing and determination of the fractal dimension of the image // Problems of computational and applied mathematics. — 2021. — No. 5. — Pp. 52–70. <https://elibrary.ru/item.asp?id=47275768>
- Archana B. and Kalirajan K. (2022). "A Survey of Medical Image Processing and its Applications," 2022 4th International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA), Coimbatore, India. — Pp. 1541–1546, — 2022, — doi: <https://doi.org/10.1109/ICIRCA54612.2022.9985621>.
- Gulyaev Yu.V., Potapov A.A. (2019). The application of the theory of fractals, fractional operators, textures, scaling effects and methods of nonlinear dynamics in the synthesis of new information technologies for the tasks of radio electronics (in particular, radar) // Radio engineering and electronics. — 2019. — Vol. 64. — №. 9. — Pp. 839–854. — <https://doi.org/10.1134/S0033849419080059>
- Hongchao X., Guanhua N., Shang L., Qian S., Kai D., Jingna X. & Yixin L. (2019). The influence of surfactant on pore fractal characteristics of composite acidized coal. *Fuel*, — 253. — Pp. 741–753. — doi: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.05.073>.
- Kalaida V.T., Shaposhnikov A.I. (2022). Change of fractal dimensions of images of objects during equiaffine transformations. — 2022. — <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/125157/65-68.pdf?sequence=1>
- Kayukov I.Yu. Fractal analysis of complex texture images. <https://s.eduherald.ru/pdf/2023/1/21119.pdf>
- Kronover R.M. (2006). Fraktaly i khaos v dinamicheskikh sistemakh [Fractals and chaos in dynamic systems]. Moscow: Tekhnosfera.
- Li X., Shen L. & Luo S. (2017). A solitary feature-based lung nodule detection approach for chest X-ray radiographs. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, — 22(2), — 516–524, — doi: <https://doi.org/10.1109/JBHI.2017.2661805>.
- Nayak S.R., Mishra J. & Palai G. (2019). Analysing roughness of surface through fractal dimension: A review. *Image and Vision Computing*, — 89, — 21–34. — doi: <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2019.06.015>.
- Polishchuk S.V., Petrov K.A. (2022). Evaluation of fractal properties of nanostructures based on microscopic images // International research journal. — 2022. — No. 2–1 (116). — Pp. 24–28. — <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-fraktalnyh-svoystv-nanostruktur-po-mikroskopicheskim-izobrazheniyam>
- Terekhov S.V. (2011). "Fractals and similarity physics." Digital printing house, Donetsk. — 2011. (In Russ.)
- Wang F., Yang K., You J. & Lei X. (2019). Analysis of pore size distribution and fractal dimension in tight sandstone with mercury intrusion porosimetry. *Results in Physics*, — 13, — 102283. — doi: <https://doi.org/10.1016/j.rinp.2019.102283>.
- Wen T. & Cheong K.H. (2021). The fractal dimension of complex networks: A review. *Information Fusion*, — 73, — 87–102. — doi: <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2021.02.001>.
- Xia Y., Cai J., Perfect E., Wei W., Zhang Q. & Meng Q. (2019). Fractal dimension, lacunarity and succolarity analyses on CT images of reservoir rocks for permeability prediction. *Journal of Hydrology*, — 579, — 124198. — doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124198>.

МАЗМҰНЫ

Г.Б. Абдикеримова, Р.М. Аманов, Г.Т. Азиева, А.М. Заманбекова, Қ. Жеңсқанқызы <i>МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, АККОРДТЫ ТАҢУ ТАПСЫРМАСЫНДАҒЫ ДЫБЫСТЫ ӨҢДЕУ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ</i>	7
Л.А. Абдыкеримова, Г.Е. Мырзабекова, Г.С. Омарова, Л. Ақзуллақызы, Г.Ш. Мусагулова ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЖҮРЕК ПАТОЛОГИЯСЫН АНЫҚТАУ.....	21
А.Е. Әбжанова, Е.Ә. Әбжанов, А.А. Мырзамуратова, А.Г. Батырханов, А.Б. Бексейтова ҚАШЫҚТАН ЗОНДТАУ АРҚЫЛЫ АЛЫНҒАН ТОПЫРАҚ ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫ.....	35
У.Ж. Айтимова, М.Ж. Айтимов, Э.Н. Тулегенова, А.У. Есиркепова, Ж.Т. Абилдаева СУРЕТТЕН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ ӨРТ ОШАҒЫН АНЫҚТАУ.....	50
К.М. Алдабергенова, М.Ж. Жасұзақова, М.Ж. Айтимов, Н.Т. Мұстафаева, К.К. Дауренбеков АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ЦИФРЛАНДЫРУ: ДАМУ МҮМКІНДІКТЕРІ МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.....	64
А.С. Баегизова, Г.И. Мухамедрахимова, Ж.Б. Ламашева, А.З. Абдрахманова, Т.Т. Оспанова ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН КЕСКІННІҢ САПАСЫН ЖАҚСARTУ.....	78
Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, М.А. Кантуреева, Н.О. Байгабылов, М.М. Құдабеков ӘЛЕУМЕТТАНУЛЫҚ САУАЛНАМАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДЕГІ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР.....	91
М.Ә. Берсүгір, Г.У. Маматова, А.А. Нурпейсова, М.Б. Онгарбаева, Ж.Т. Алтынбекова ТЕКСТУРАЛЫҚ ТИПТЕГІ СУРЕТТЕРДІ ЖАҚСARTУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....	104
М.А. Болатбек, К.Д. Байсылбаева, М. Сағынай, Ш.Ж. Мусиралиева, А.Н. Жумаханова ИНТЕРНЕТ КЕҢІСТІГІНДЕГІ ЖАСТАРҒА БАҒЫТТАЛҒАН ДЕСТРУКТИВТІ МӘТІНДЕРДІ ЖИНАҚТАУҒА ҚАЖЕТТІ ПАРСЕР БАҒДАРЛАМАСЫН ӘЗІРЛЕУ.....	117
М.Қ. Болсынбек, Г.Б. Абдикеримова, Г.С. Омарова, А.Б. Остаева, А.Г. Батырханов ТОПЫРАҚ ДАЙЫНДАУДЫ БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ПАЙДАЛАНУ.....	132
Ш.К. Ележанова, А.Г. Батырханов, А.Е. Чукуров, Б.С. Хайржанова, Д.А. Тагиев АҚПАРАТТЫҚ БЕЛГІСІЗДІК ТИПОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫ ІЗДЕУ ТҮРЛЕРІ.....	151
М.М. Есмагамбетова, Т.Т. Оспанова, Л.К. Бобров, Т.Л. Тен, Т.У. Есмагамбетов ҒАРЫШТЫҚ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫ БАҚЫЛАУ КЕСКІНДЕРІН ӨҢДЕУДЕ ТҮСТЕРДІ ӨЛШЕУ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚҰРАЛЫН ТАҢДАУ.....	161

Т.К. Жукабаева, А. Адамова, Б.А. Ху Вен-Цен, Е.М. Марденов, Л.З. Жолшиева СЫМСЫЗ СЕНСОР ЖЕЛІСІНДЕГІ SYBIL ЖӘНЕ WORMHOLE ШАБУЫЛДАРЫН АНЫҚТАУ.....	171
А.А. Исмаилова, Ж.Т. Бельдеубаева, А.А. Нурпейсова, Г.О. Исакова, Ж.З. Жантасова ӨСІМДІК АУРУЛАРЫН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ.....	184
А.Х. Касымова, М.Б. Есенова, М.У. Худойберганов, А.Б. Остаева, М.Г. Байбулова ДАҚЫЛДАРДЫҢ АУРУЛАРЫН ЖІКТЕУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІН ҚОЛДАНУ.....	198
А.Ұ. Мұхиядин, М.У. Мукашева, У.Т. Махажанова, А.А. Муханова, Ж.Б. Ламашева ПРОГРАММАЛЫҚ ҚҰРАЛДАР КӨМЕГІМЕН ЭКСТРЕМАЛДЫ ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДЫҢ ОҚУШЫЛАРҒА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	209
Б.Б. Оразбаев, Л.Т. Салыбек, К.Н. Оразбаева, Ш.К. Коданова, С.Ш. Исакова МҰНАЙДЫ АЛҒАШҚЫ ӨНДЕУДЕ ЭЛЕКТРОТҰЗСЫЗДАНДЫРЫРУ ЖӘНЕ СУСЫЗДАНДЫРУ ПРОЦЕССТЕРІН ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ ҮШІН МОДЕЛЬДЕР ҚҰРУ ТӘСІЛІ.....	224
С.К. Серикбаева, М.Қ. Болсынбек, А.Д. Абдувалова, А.Т. Абдыхалық, Д.Е. Ануарбек ТОПЫРАҚ САПАСЫН БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУ: АЛГОРИТМДЕР МЕН ӘДІСТЕР.....	237
А.Ж. Танирбергенов, Ж.К. Тасжурекова, С.К. Серикбаева, А.А. Шораев, А.Д. Абдувалова ТОЛЫҚ МӘТІНДІ ҚҰЖАТТАРДЫ ІЗДЕУДІҢ МОДЕЛІ МЕН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ӘДІСТЕРІ.....	253
А.Ә. Таурбекова, Ө.Ж. Мамырбаев, К.Ж. Тұрғанбай СЕЙСМИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТТІ БАҒАЛАУ ҮШІН ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ТҰРАҚСЫЗДЫҚ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ.....	268
Н. Т. Тұржанов, Ш. К. Ележанова, С. Н. Идрисов, Ж. К. Дюсембина АҚПАРАТТЫҚ ҮДЕРІСТЕРДІҢ РЕИНЖИНИРИНГІНІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ КУРСЫН ӘЗІРЛЕУ.....	290
В. Шевцов, А. Исмаилова, Ж. Белдеубаева, А. Сатыбалдиева, А. Нурпейсова МЛВА ГЕНОТИПТЕУДІҢ ӘДІСІ ЖӘНЕ ОНЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ АЛГОРИТМДЕРІ РЕТІНДЕГІ ГЕНОМДЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ПАЙДАЛАНУ.....	300
А.Ә. Шекербек, А.А. Некесова, Ж.Ж. Молдашева, А.И. Онгарбаева, А.О. Тохаева ФРАКТАЛДЫҚ ӘДІСПЕН ӨКПЕНІҢ ПАТОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ.....	313

СОДЕРЖАНИЕ

Г.Б. Абдикеримова, Р.М. Аманов, Г.Т. Азиева, А.М. Заманбекова, К. Женсканкызы СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЗВУКА В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ АККОРДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	7
Л.А. Абдыкеримова, Г.Е. Мурзабекова, Г.С. Омарова, Л. Акзуллакызы, Г.Ш. Мусагулова ОБНАРУЖЕНИЕ СЕРДЕЧНОЙ ПАТОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	21
А.Е. Абжанова, Е.А. Абжанов, А.А. Мырзамуратова, А.Г. Батырханов, А.Б. Бексейтова ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ, ПОЛУЧЕННАЯ ДИСТАНЦИОННЫМ ЗОНДИРОВАНИЕМ.....	35
У.Ж. Айтимова, М.Ж. Айтимов, Э.Н. Тулегенова, А.У. Есиркепова, Ж.Т. Абилдаева ОБНАРУЖЕНИЕ ОЧАГОВ ПОЖАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ.....	50
К.М. Алдабергенова, М.Ж. Жасузакова, М.Ж. Айтимов, Н.Т. Мустафаева, К.К. Дауренбеков ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	64
А.С. Баегизова, Г.И. Мухамедрахимова, Ж.Б. Ламашева, А.З. Абдрахманова, Т.Т. Оспанова УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	78
Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, М.А. Кантуреева, Н.О. Байгабылов, М.М. Кудабеков ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ОПРОСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	91
М.А. Берсугир, Г.У. Маматова, А.А. Нурпейсова, М.Б. Онгарбаева, Ж.Т. Алтынбекова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТЕКСТУРНОГО ТИПА.....	104
М.А. Болатбек, К.Д. Байсылбаева, М. Сагынай, Ш.Ж. Мусиралиева, А.Н. Жумаханова РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПАРСЕРА ДЛЯ СБОРА ДЕСТРУКТИВНЫХ ТЕКСТОВ, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА МОЛОДЕЖЬ В ИНТЕРНЕТ-ПРОСТРАНСТВЕ.....	117
М.К. Болсынбек, Г.Б. Абдикеримова, Г.С. Омарова, А.Б. Остаева, А.Г. Батырханов ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ.....	132
Ш.К. Ележанова, А.Г. Батырханов, А.Е. Чукуров, Б.С. Хайржанова, Д.А. Тагиев ТИПОЛОГИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И ТИПЫ ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ.....	151

М.М. Есмагамбетова, Т.Т. Оспанова, Л.К. Бобров, Т.Л. Тен, Т.У. Есмагамбетов ВЫБОР ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ЦВЕТОМЕТРИИ В ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.....	161
Т.К. Жукабаева, А. Адамова, В.А. Ху Вен-Цен, Е.М. Марденов, Л.З. Жолшиева ОБНАРУЖЕНИЕ SYBIL И WORMHOLE АТАК В БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ.....	171
А.А. Исмаилова, Ж.Т. Бельдеубаева, А.А. Нурпейсова, Г.О. Исакова, Ж.З. Жантасова ОБНАРУЖЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ МЕТОДОМ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	184
А.Х. Касымова, М.Б. Есенова, М.У. Худойбергенов, А.Б. Остаева, М.Г. Байбулова ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ БОЛЕЗНЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	198
А.У. Мухиядин, М.У. Мукашева, У.Т. Махажанова, А.А. Муханова, Ж.Б. Ламашева ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА УЧАЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ.....	209
Б.Б. Оразбаев, Л.Т. Салыбек, К.Н. Оразбаева, Ш.К. Коданова, С.Ш. Исакова МЕТОД РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРООБЕССОЛИВАНИЯ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ.....	224
С.К. Серикбаева, М.К. Болсынбек, А.Д. Абдувалова, А.Т. Абдыхалык, Д.Е. Ануарбек ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ: АЛГОРИТМЫ И МЕТОДИКИ.....	237
А.Ж. Танирбергенов, Ж.К. Тасжурекова, С.К. Серикбаева, А.А. Шораев, А.Д. Абдувалова МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА ПОЛНОТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ.....	253
А.Ә. Taurbekova, O.Zh. Mamyrbayev, K.Zh. Doshtaev, T.K. Eginbaykyzy HYDRODYNAMIC INSTABILITY MECHANISM PROCESS FOR ASSESSMENT SEISMIC ACTIVITY.....	268
Н.Т. Туржанов, Ш.К. Ележанова, С.Н. Идрисов, Ж.К. Дюсембина РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО КУРСА ПО РЕИНЖИНИРИНГУ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	290
В. Шевцов, А. Исмаилова, Ж. Бельдеубаева, А. Сатыбалдиева, А. Нурпейсова MLVA КАК МЕТОД ГЕНОТИПИРОВАНИЯ И АЛГОРИТМЫ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛНОГЕНОМНЫХ ДАННЫХ.....	300
А.А. Шекербек, А.А. Некесова, Ж.Ж. Молдашева, А.И. Онгарбаева, А.О. Тохаева АНАЛИЗ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ЛЕГКИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРАКТАЛЬНОГО МЕТОДА.....	313

CONTENTS

G.B. Abdikerimova, R.M. Amanov, G.T. Azieva, A.M. Zamanbekova, K. Zhengskankyzy COMPARATIVE ANALYSIS OF SOUND PROCESSING METHODS IN THE CHORD RECOGNITION PROBLEM USING MACHINE LEARNING.....	7
L. Abdykerimova, G. Murzabekova, G. Omarova, L. Akzullakyyzy, G. Mussagulova DETECTION OF CARDIAC PATHOLOGY USING DEEP LEARNING METHODS.....	21
A.E. Abzhanova, E.A. Abzhanov, A.A. Myrzamuratova, A.G. Batyrkhanov, A.B. Bekseitova SOIL MOISTURE OBTAINED BY REMOTE SENSING.....	35
U. Zh Aitimova, M.Zh. Aitimov, E.N. Tulegenova, A.U. Yessirkepova, Zh.T. Abildaeva FIRE FOCUS DETECTION USING DEEP LEARNING METHODS FROM IMAGE.....	50
K.M. Aldabergenova, M.ZH. Zhasuzakova, M.Zh. Aitimov, N.T. Mustafaeva, K.K. Daurenbekov DIGITALIZATION OF AGRICULTURE: OPPORTUNITIES AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT.....	64
A.S. Baegizova, G.I. Mukhamedrakhimova, Zh.B. Lamasheva, A.Z. Abdrakhmanova, T.T. Ospanova IMPROVE IMAGE QUALITY WITH DEEP LEARNING TECHNIQUES.....	78
G. Bekmanova, A. Omarbekova, M. Kantureyeva, N. Baigabylov, M. Kudabekov INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIOLOGICAL SURVEY RESEARCH.....	91
M.A. Bersugir, G.U. Mamatova, A.A. Nurpeisova, M.B. Ongarbayeva, Zh.T. Altynbekova USING MACHINE LEARNING METHODS TO IMPROVE TEXTURE-TYPE IMAGES.....	104
M. Bolatbek, K. Baisylbaeva, M. Sagynay, Sh. Mussiraliyeva, A. Zhumakhanova DEVELOPMENT OF A PARSER PROGRAM FOR THE ACCUMULATION OF DESTRUCTIVE TEXTS AIMED AT YOUNG PEOPLE IN THE INTERNET SPACE.....	117
M. Bolsynbek, G. Abdikerimova, G. Omarova, A. Ostayeva, A. Batyrkhanov APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO PREDICT SOIL PREPARATION....	132
Sh.K. Yelezhanova, A.G. Batyrkhanov, A.Y. Chukurov, B.S. Khairzhanova, J.A. Taghiyev TYPOLOGY OF INFORMATION UNCERTAINTY AND TYPES OF INFORMATION RETRIEVAL.....	151
M. Yesmagambetova, T. Ospanova, L. Bobrov, T. Ten, T. Yesmagambetov SELECTION OF COLORIMETRY SOFTWARE TOOLS IN IMAGE PROCESSING OF SPACE MONITORING OF EMERGENCY SITUATIONS.....	161
T. Zhukabayeva, A. Adamova, B. Khu Ven-Tsen, Y. Mardenov, L. Zholshiyeva DETECTION OF SYBIL AND WORMHOLE ATTACKS IN A WIRELESS SENSOR NETWORK.....	171
A.A. Ismailova, Zh.T. Beldeubayeva, A.A. Nurpeisova, G.O. Issakova, Zh.Z. Zhantassova	

DETECTION OF PLANT DISEASES USING DEEP LEARNING METHODS.....	184
A.K. Kassymova, M.B. Yessenova, M.U. Khudoyberganov, A.B. Ostayeva, M.G. Baibulova	
APPLICATION OF DEEP LEARNING ALGORITHMS FOR CLASSIFICATION OF DISEASES OF AGRICULTURAL CROPS.....	198
A. Mukhiyadin, M. Mukasheva, U. Makhazhanova, A. Mukhanova, Zh. Lamasheva	
STUDYING THE EFFECTS OF EXTREME DISTANCE EDUCATION ON STUDENTS USING SOFTWARE TOOLS.....	209
B. Orazbayev, L. Salybek, K. Orazbayeva, Sn. Kodanova, S. Iskakova	
METHOD FOR DEVELOPING MODELS FOR OPTIMIZING PROCESSES OF ELECTRICAL DESALTING AND DEHYDRATION DURING PRIMARY OIL PROCESSING.....	224
S.Serikbayeva, M.Bolsynbek, A. Abduvalova, A. Abdykhalyk, D. Anuarbek	
APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO PREDICT SOIL QUALITY: ALGORITHMS AND TECHNIQUES.....	237
A. Tanirbergenov, Zh. Tashhurekova, S. Serikbayeva, A. Shorayev, A. Abduvalova	
METHODS OF CONSTRUCTING A MODEL AND AN INFORMATION SYSTEM FOR SEARCHING FULL-TEXT DOCUMENTS.....	253
A.Ə. Taurbekova, O.Zh. Mamyrbayev, K.Zh. Doshtaev, T.K. Eginbaykyzy	
HYDRODYNAMIC INSTABILITY MECHANISM PROCESS FOR ASSESSMENT SEISMIC ACTIVITY.....	268
N.T. Turzhanov, Sh.K. Yelezhanova, S.N. Idrissov, Zh.K. Dyusseminina	
DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE COURSE REENGINEERING OF INFORMATION PROCESSES.....	290
V. Shevtsov, A. Ismailova, Zh. Beldeubayeva, A. Satybaldiyeva, A. Nurpeisova	
MLVA AS A METHOD OF GENOTYPING AND ALGORITHMS FOR ITS IMPLEMENTATION USING GENOME-WIDE DATA.....	300
A.A. Shekerbek, A.A. Nekesova, Zh.Zh. Moldasheva, A.I. Ongarbayeva, A. Tokhaeva	
ANALYSIS OF PATHOLOGICAL CONDITIONS OF THE LUNG USING THE FRACTAL METHOD.....	313

**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 28.12.2023.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

21,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.