

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). 21–34

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

ӨОЖ 004.931

© L. Abdykerimova¹, G. Murzabekova^{2*}, G. Omarova, L. Akzullakyzы⁴,
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>;

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

Мусагулова Гулнур Шакиздаевна — 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

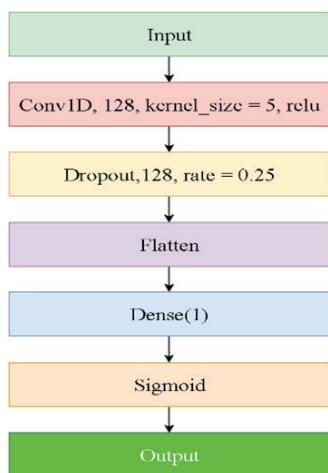
тұтастай, жеке мүшелер мен мүшелер жүйесінің қызметі. Тексеру кезінде диагностиктер өңдеуге көп уақытты қажет ететін үлкен көлемдегі деректер алады. Сондай-ақ, дәстүрлі клиникалық және зертханалық диагностикалық әдістер (Чжоу, 2023) ауруды патология айтарлықтай дамыған кезде анықтайды. Сонымен қатар, 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

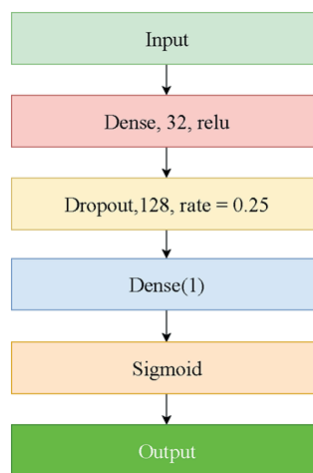
Әдістер мен материалдар

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

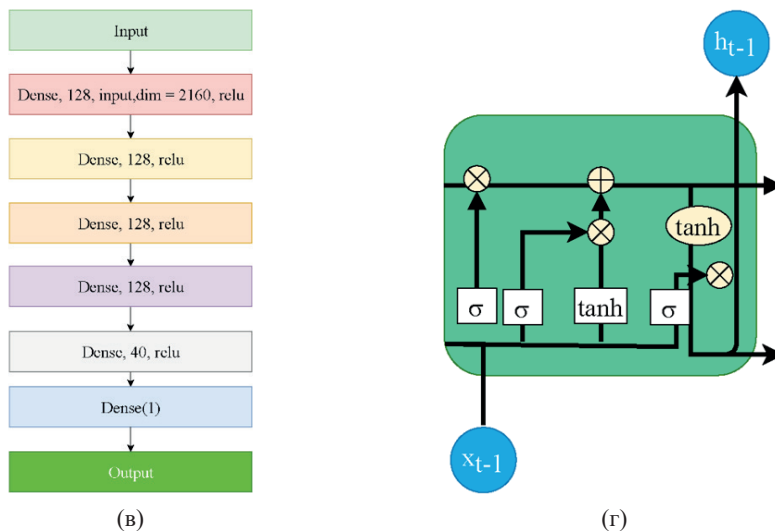
болып табылады. Жүрек дисфункциясының негізгі белгілері оң толқындар (RR) арасындағы интервал ұзақтығының нормадан ауытқуы, Q комплексінің ұзақтығы мен амплитудасының өзгермелілігі – бірінші теріс толқын, R – бірінші оң толқын, S – бұл R толқынынан кейінгі бірінші теріс толқын [25]. Жасанды интеллект (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)

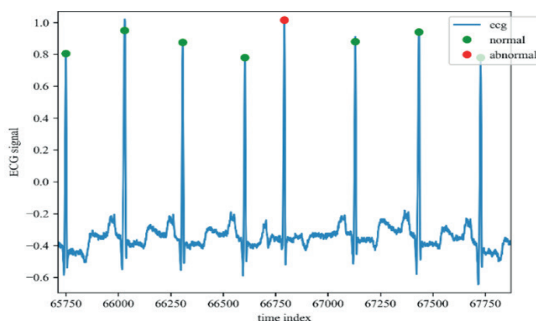
CNN немесе Convolutional Neural Network кескіндерді, соның ішінде ЭКГ сигналдарын өңдеу және жіктеу үшін пайдаланылуы мүмкін. Ол 1(а) суретте көрсетілгендей үлкен көлемдегі деректерді тиімдірек өңдеуге мүмкіндік беретін кіріс деректерінен мүмкіндіктерді автоматты түрде шығарып алады. DENSE немесе толық қосылған нейрондық желі деректерді, соның ішінде ЭКГ сигналдарын жіктеу үшін пайдаланылуы мүмкін. Оның қарапайым архитектурасы бар және 1(б) 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(с) 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(д) 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 инсулыт (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 наукас жүрек ырғағының электрокардиограммасы көрсетілген, онда екінші минутта аномальды мән байқалады.



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

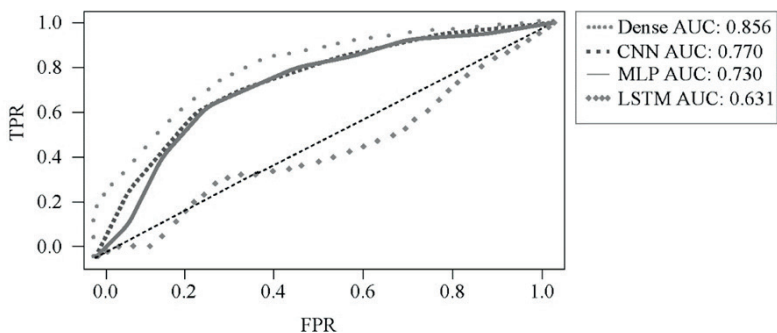
Тәжірибе барысында тахикардия және брадикардия сияқты жүректің жиырылуының түрлері қарастырылды. 1-кестеде әрбір модельдің салыстыр-

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.

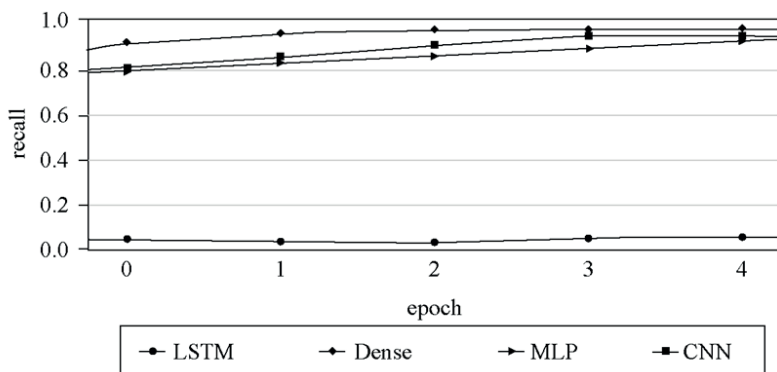
Кесте 1. Жүрек ауруының патологиясын болжау дәлдігі

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

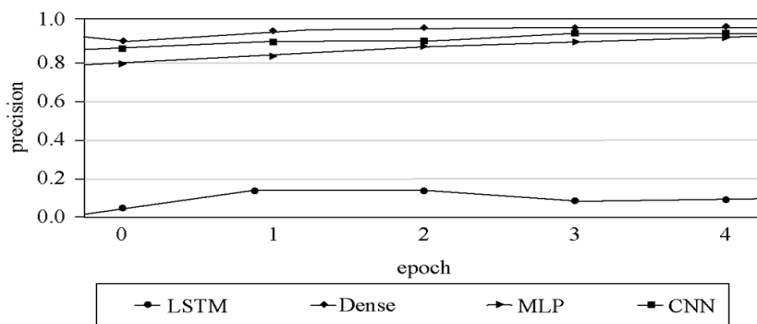
3-суретте дәлдік 3(a) суреті, F-балы 3(b) суреті, графиктегі әрбір үлгі үшін сезімталдық 3(c) суреті сияқты көрсеткіштер үшін жаттығу нәтижесінің дәлдігі көрсетілген. DENSE алгоритмі осы зерттеуде қарастырылған терең оқыту алгоритмдерінің ішіндегі ең тиімдісі болып шықты. Бұл қарастырылған модельдер 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.jacc.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.

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 ӨЗІРЛЕУ.....	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. Dyussembina	
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.