

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). 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;

Tokhaeva 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:

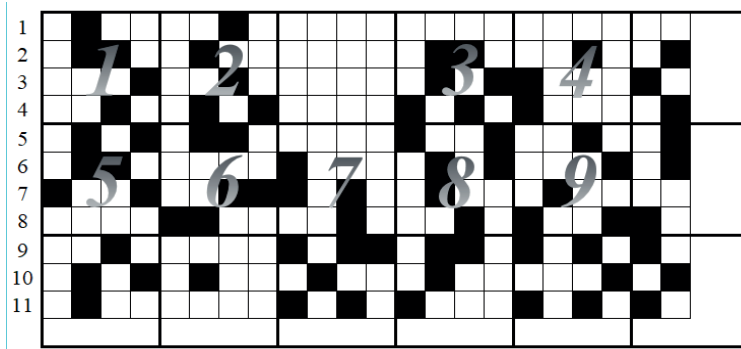
$$M_k = \sum_{i=r(k)}^{\hat{r}(k)+\delta-1} \sum_{j=c(k)}^{\hat{c}(k)+\delta-1} y_{ij}(\Gamma), \quad k = \overline{1, N(\delta)}, \quad (2)$$

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

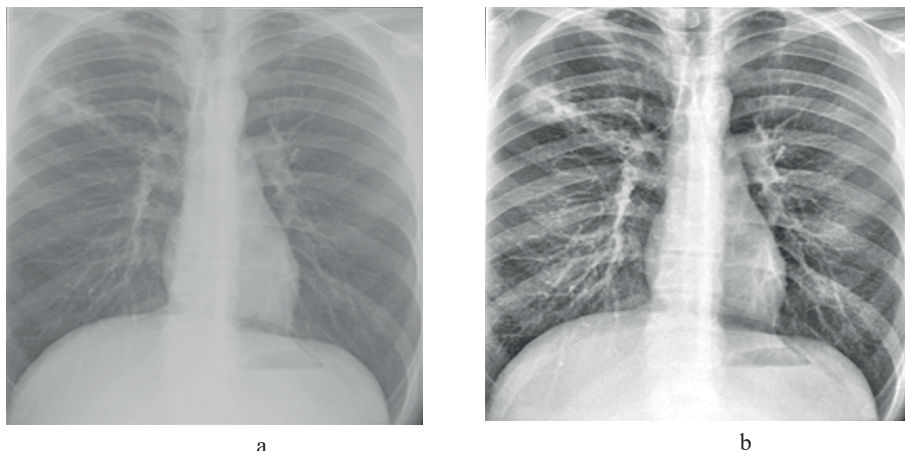
$$D_q = \lim_{\delta \rightarrow 0} D_{q,\delta}. \quad (11)$$

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. Df фракталдық өлшемінің ауытқуларының алынған мәндері үшін зерттеу реті бойынша фракталдық өлшемнің ауытқуларының өзгеруін бейнелейтін таралу графиктері тұрғызылды. Df фракталдық өлшемнің ауытқу графиктері 2-суретте көрсетілген.

Кесте 2. Суреттердің фракталдық өлшемдерінің мәні

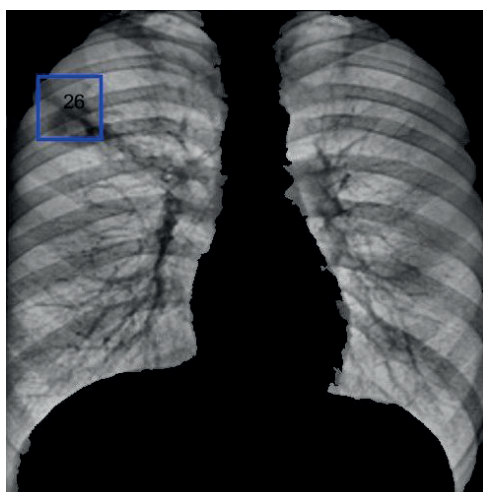
№	Суреттер атауы	Мәні	№	Суреттер атауы	Мәні
1	Normal 1	2,9900	21	Tuberculosis 12	2,4501
2	Tuberculosis 1	2,4036	22	Normal 10	2,9763
3	Normal 2	2,9643	23	Tuberculosis 13	2,5346
4	Tuberculosis 2	2,5525	24	Normal 11	2,8932
5	Tuberculosis 3	2,5159	25	Tuberculosis 14	2,4699
6	Tuberculosis 4	2,5109	26	Normal 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., Саидкулов 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>.

Наяк 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.