

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный
университет имени аль-Фараби

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
al-Farabi Kazakh National University

SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY

2 (346)

APRIL – JUNE 2023

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

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:

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

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

ЖҮСПОВ 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 Жобағаұлы, 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), Наноқұрылымды 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/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2023

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

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 Сатпаева (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 Тлеккабул 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 Жабагаевич, 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/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023
Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

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-Ж**, 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/>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES
ISSN 1991-346X
Volume 2. Number 346 (2023). 274–287
<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.199>

УДК 004.931

© **G.B. Abdikerimova, A.A. Shekerbek*, M.G. Baibulova,
S.K. Abdikarimova, Sh.Sh. Zholdassova, 2023**

Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan.
E-mail: shekerbek80@mail.ru

CHEST PATHOLOGY DETERMINATION THROUGH AUTOCORRELATION FUNCTION

Abdikerimova Gulzira Bakhytbekovna — Associate Professor, Department of Information Systems, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, PhD, Astana, Kazakhstan
E-mail: gulzira1981@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4953-0737;

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. ORCID: 0000-0002-1088-4239;

Baibulova Makbal Gabbasovna — Senior Lecturer, Department of Information Systems, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan
E-mail: m.gabbasovnaa@gmail.com;

Abdikarimova Samal Korganbekovna — Teacher, Department of Informatics, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan
E-mail: samala.enu.ask@gmail.com;

Zholdassova Sholpan Shorabekovna — Senior Lecturer at the Department of Artificial Intelligence Technologies, Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Astana, Kazakhstan
E-mail: zholdasova.sh@gmail.com.

Abstract. An important feature of image analysis is the visible texture in all images used in biomedical research. A chest x-ray is the most common and widely used method for diagnosing lung disease. It provides a quick and relatively accessible view of the internal structure of the chest, including the lungs, heart, ribs, and diaphragm. A chest x-ray can be used to detect various pathologies and conditions of the lungs, such as: pneumonia, pulmonary edema, lung tumors, emphysema, and tuberculosis. The chest is an object that can be depicted on an X-ray. A chest X-ray is a common method of diagnosing and imaging inside the chest. The correct division of the lungs into shapes and sizes is an important reason for diagnosis, thanks to which an intelligent information environment can be created. Despite the use of X-rays, the disease may go unnoticed to clarify the diagnosis. In this case, there is a risk of development, which can lead to death. The article deals with the problems of pneumonia clustering using the autocorrelation function to identify the

most accurate result. This provides a reliable tool for diagnosing lung radiographs. X-ray images are grayscale as well as their reduced contrast. Image pre-processing and data generation are important steps in the process of identifying and analyzing the underlying chest on X-rays. Therefore, images from two classes were selected for the task: healthy and with pneumonia. This article demonstrates the applicability of the autocorrelation function to detect interesting chest radiographs based on the level of detail of texture features and k-means extraction.

Keywords: chest radiograph, medical image processing, texture, clustering, pathology

© Г.Б. Абдикеримова, А.Ә. Шекербек*, М.Г. Байбулова,
С.К. Абдикаримова, Ш.Ш. Жолдасова, 2023

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан.
E-mail: shekerbek80@mail.ru

КЕУДЕ ПАТОЛОГИЯСЫН АВТОКОРРЕЛЯЦИЯЛЫҚ ФУНКЦИЯ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ

Шекербек Айнұр Әзімбайқызы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ақпараттық жүйелер кафедрасының докторанты, Астана, Қазақстан
E-mail: shekerbek80@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1088-4239;

Абдикеримова Гүлзира Бахытбекқызы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ақпараттық жүйелер кафедрасының м.а.доценты, PhD, Астана, Қазақстан
E-mail: gulzira1981@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4953-0737;

Байбулова Мақбал Габбасқызы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан
E-mail: m.gabbasovnaa@gmail.com;

Абдикаримова Самал Корганбековна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің информатика кафедрасының оқытушысы, Астана, Қазақстан
E-mail: samala.enu.ask@gmail.com;

Жолдасова Шолпан Шорабековна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің жасанды интеллект технологиялары кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан
E-mail: zholdasova.sh@gmail.com.

Аннотация. Кескінді талдаудың маңызды ерекшелігі биомедициналық зерттеулерде қолданылатын барлық кескіндердегі көрінетін текстура болып табылады. Кеуде қуысының рентгені — өкпе ауруын диагностикалаудың ең кең таралған және кеңінен қолданылатын әдісі. Ол кеуде қуысының ішкі құрылымын, оның ішінде өкпені, жүректі, қабырғаларды және диафрагманы жылдам және салыстырмалы түрде қолжетімді түрде көруге мүмкіндік береді. Кеуде қуысының рентгенографиясын өкпенің әртүрлі патологиялары мен жағдайларын анықтау үшін қолдануға болады, мысалы: пневмония, өкпе ісінуі, өкпе ісіктері, эмфизема және туберкулез. Кеуде қуысы — рентгенде бейнелеуге болатын нысан. Кеуде қуысының рентгені — кеуде қуысын диагностикалаудың және бейнелеудің кең таралған әдісі. Өкпенің пішіндер мен өлшемдерге дұрыс бөлінуі диагностиканың маңызды себебі болып

табылады, соның арқасында интеллектуалды ақпараттық ортаны құруға болады. Рентген сәулелерін қолдануға қарамастан, диагнозды нақтылау үшін ауру байқалмай қалуы мүмкін. Бұл жағдайда өлімге әкелуі мүмкін даму қаупі бар. Мақалада ең дәл нәтижені анықтау үшін автокорреляция функциясын пайдалана отырып, пневмонияны кластерлеу мәселелері қарастырылады. Бұл өкпе рентгенографиясын диагностикалаудың сенімді құралы болып табылады. Рентгендік кескіндер сұр реңкті, сондай-ақ олардың контрастын азайтады. Кескінді алдын ала өңдеу және деректерді генерациялау - рентген сәулелерінде кеуде қуысының астын анықтау және талдау процесіндегі маңызды қадамдар. Сондықтан тапсырма үшін екі сыныптың суреттері таңдалды: сау және пневмониямен. Бұл мақала текстура ерекшеліктерінің егжей-тегжейлі деңгейіне және к-құралдарын шығаруға негізделген қызықты кеуде рентгенограммаларын анықтау үшін автокорреляция функциясының қолданылуын көрсетеді.

Түйін сөздер: кеуде рентгенографиясы, медициналық кескінді өңдеу, текстура, кластерлеу, патология

© Г.Б. Абдикеримова, А.А. Шекербек*, М.Г. Байбулова,
С.К. Абдикаримова, Ш.Ш. Жолдасова, 2023

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

E-mail: shekerbek80@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУДНОЙ ПАТОЛОГИИ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ АВТОКОРРЕЛЯЦИИ

Шекербек Айнур Азимбаевна — Докторант кафедры информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: shekerbek80@mail.ru. ORCID: 0000-0002-1088-4239;

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

E-mail: gulzira1981@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4953-0737;

Байбулова Макбал Габбасовна — старший преподаватель кафедры информационных систем Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: m.gabbasovnaa@gmail.com;

Абдикаримова Самал Корганбековна — преподаватель кафедры информатики Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: samala.enu.ask@gmail.com;

Жолдасова Шолпан Шорабековна — старший преподаватель кафедры технологии искусственного интеллекта Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: zholdasova.sh@gmail.com.

Аннотация. Важной особенностью анализа изображений является видимая текстура на всех изображениях, используемых в биомедицинских исследованиях. Рентген грудной клетки является наиболее распространенным

и широко используемым методом диагностики заболеваний легких. Он предоставляет быстрое и относительно доступное изображение внутренней структуры грудной клетки, включая легкие, сердце, ребра и диафрагму. Рентген грудной клетки может использоваться для обнаружения различных патологий и состояний легких, таких как пневмония, отек легких, опухоли легких, эмфизема и туберкулез. Грудная клетка является объектом, который можно изобразить на рентгеновском снимке. Рентгенография грудной клетки является распространенным методом диагностики и образования изображений внутри грудной клетки. Правильное разделение легких на формы и размеры является важной причиной диагностики, благодаря которой может быть создана интеллектуальная информационная среда. Несмотря на использование рентгена, для уточнения диагноза заболевание может остаться незамеченным. В таком случае есть риск развития, которое может привести к летальному исходу. В статье рассматриваются проблемы кластеризации пневмоний с использованием функции автокорреляции для выявления максимально точного результата. Это обеспечивает надежный инструмент для диагностики рентгенограмм легких. Рентгеновские изображения являются полутоновыми, а также их пониженная контрастность. Предварительная обработка изображений и формирование данных являются важными шагами в процессе выявления и анализа основы грудной клетки на рентгеновских снимках. Поэтому для задачи были отобраны изображения из двух классов: здоровых и с пневмонией. В этой статье демонстрируется применимость функции автокорреляции для выявления интересных рентгенограмм грудной клетки на основе уровня детализации особенностей текстуры и извлечения k -средних.

Ключевые слова: рентгенограмма грудной клетки, обработка медицинских изображений, текстура, кластеризация, патология

Кіріспе

Радиациялық диагностика әдістерінің таралуымен рентгенологтардың жұмыс көлемі айтарлықтай өсті. Денсаулық сақтаудағы цифрландырудың үздіксіз процесі медицинаның әртүрлі салаларында көбірек жаңа технологияларды қолдануға мүмкіндік береді. Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасының Үкіметі экономиканың барлық салалары мен салаларын цифрландыруға белсенді түрде қатысуда. 2019 жылғы 26 желтоқсанда Қазақстан Республикасы Денсаулық сақтау министрлігі халықтың өмір сүру сапасын жақсартуға бағытталған бірнеше индикаторларды қамтитын «Қазақстан Республикасының денсаулық сақтау саласын дамытудың 2020–2025 жылдарға арналған мемлекеттік бағдарламасын» таныстырды. Оған қол жеткізу 2025 жылға дейін жоспарланған. Бағдарламаның негізгі бағыттарының бірі аурулардың алдын алу, уақтылы көмек көрсету және ең жақсы мүмкіндіктерді ескере отырып, толық оңалту арқылы балалардың,

жасөспірімдердің және жастардың денсаулығын нығайту болады. ЮНИСЕФ-тің 2016–2030 жылдарға арналған денсаулық сақтау стратегиясындағы тәсілдерге сүйене отырып, халықаралық тәжірибе. Қазақстан Республикасында 2018 жылға жұқпалы аурулар бойынша эпидемиологиялық жағдай тұрақты. 34 жұқпалы және паразиттік аурулармен сырқаттанушылықтың төмендеуіне қол жеткізілді.

Зерттеу автокорреляциялық функцияларға негізделген радиографиялық кескіндерді автоматты түрде жіктеу үшін аспаптық ортаны әзірлеуге бағытталған. Жасалатын бағдарламалық қамтамасыз етудің мүмкіндіктерін іске асыру мақсатымен келесі міндеттерді шешу қажет болды: қолданыстағы әдістерді талдау және кескіндегі патологиясы бар біртекті аймақты ерекшеленуге арналған алгоритмдік-математикалық бағдарламалық қамтамасыз етуді әзірлеу.

Бұл жұмыста рентгендік кескінді өңдеу нәтижелері бойынша ауруларды неғұрлым дәл таңдау үшін автокорреляция функциясын пайдаланып кластерлеу мәселесін шешу ұсынылады. Тәжірибе нәтижесінде автокорреляция функциясы рентгендік суреттерде шағын біртекті аймақтарды анықтады.

Зерттеу материалы мен әдістері

Корреляциялық талдау кескіннің кейбір қасиеттері туралы, мысалы, координаталар бойымен қарқындылықтың өзгеру жылдамдығы туралы, гармоникалық құрамдас бөліктерге ыдыратпай біртекті қималардың ұзындығы туралы тәжірибеде түсінік алуға мүмкіндік береді. Корреляциялық талдаудың мәні әртүрлі сигналдардың ұқсастық дәрежесін сандық түрде өлшеу болып табылады. Бұл үшін мәні негізгі примитивтердің өлшемін сипаттайтын корреляциялық функциялар қолданылады, олар өз кезегінде текстураның біркелкілігін анықтайды және олар өз кезегінде, эксперименттер нәтижесінде патологиямен анықталады. Суреттердегі біртекті аймақтар өкпе лобтарымен байланысты текстуралық аймақтар болып саналады. Бұл тәсілде текстура кескіннің туынды емес элементтері тонның кеңістіктік өлшемімен байланысты (тонның туынды емес элементі — белгілі бір патологиялық белгілері бар кескін аймағы). Автокорреляция функциясының мәні патологияның туынды емес элементтерінің тонусының өлшемін сипаттайтын белгі ғана. Кеңістіктік орналасу корреляция коэффициентімен сипатталады, ол бір сурет элементінің жарықтылығының басқасының жарықтығына сызықтық тәуелділігінің өлшемі болып табылады (Харалик, 1979).

Статистикалық және ғаламдық өлшем ретінде қарастырылатын , автокорреляция функциясы кескіннің I талдау терезесінің көлденең және тік осьтері бойынша келесі теңдеу бойынша есептеледі:

$$R_{x,y}^{I(\alpha,\beta)} = \sum_{\alpha \in \Omega} \sum_{\beta \in \Omega} I(x, y) I(x + \alpha, y + \beta) = FFT^{-1}([FFT[I(x, y)]FFT^*[I(x, y)]])$$

мұндағы $I(x + \alpha, y + \beta) - I(x, y)$ кескінінің талдау терезесін Ω жазықтығында анықталған көлденең және тік осьтер бойымен сәйкесінше α және пикселдер

арқылы аудару. FFT, $(.)^*$, және $(.)^{-1}$ сәйкесінше жылдам Фурье түрлендіруін, күрделі конъюгатты және кері түрлендіруді білдіреді (Мехри және т.б., 2013).

Радиациялық диагностиканың суреттерін талдау. Сәулелік диагностика – аурулардың алдын алу және тану үшін қалыпты және патологиялық өзгерген адам ағзалары мен жүйелерінің құрылымы мен қызметін зерттеу үшін сәулені қолдану туралы ғылым. Денсаулық сақтау саласындағы мемлекеттік саясаттың негізгі бағыттарының бірі медициналық көмектің сапасын арттыру болып табылады. Заманауи медицинаның ақпараттық қолдауды, цифрлық технологияларды және телемедицинаны белсенді қолдануының өзектілігі халықты жоғары білікті медициналық көмекпен қамтамасыз ету қажеттілігімен түсіндіріледі. Медициналық қызмет көрсету сапасын арттыру шарттарының бірі электрондық денсаулық сақтау жүйесін енгізу. Радиациялық диагностикаға рентгендік диагностика, ультрадыбыстық диагностика, рентгендік компьютерлік томография, радионуклидті диагностика және магнитті-резонанстық томография жатады. Сонымен қатар, оған интервенциялық радиология қосылады. Рентгендік зерттеу әдістері — рентген сәулелерінің көмегімен мүшелерді зерттеу әдістері. Рентгендік диагностика әдісі рентген сәулелері үшін тіндердің әртүрлі өткізгіштігіне негізделген. Рентгендік әдістердің әрқайсысының артықшылықтары мен кемшіліктері бар, демек, диагностикалық мүмкіндіктердің белгілі бір шегі бар. Бірақ барлық рентгендік әдістер ақпараттың жоғары мазмұнымен, іске асырудың қарапайымдылығымен, қолжетімділігімен және бірін-бірі толықтыру мүмкіндігімен сипатталады. Рентгендік әдістер медициналық диагностикада жетекші орындардың бірін алады: 50%-дан астам жағдайда рентгендік диагностиканы қолданбай диагноз қою мүмкін емес. Ең жиі қолданылатын рентгендік диагностикалық әдістер — рентгенография, флюорография және рентгендік флюорография. Қазіргі уақытта пленкалы флюорография сандықпен ауыстырылуда. Қазіргі уақытта денсаулық сақтаудың ақпараттық ресурстары белсенді түрде әзірленуде. Ақпараттық технологиялардың үстемдік етуінің қазіргі жағдайында саланың мақсатты мемлекеттері «цифрлық медицина» және «цифрлық денсаулық сақтау» деп аталады. Электрондық денсаулық сақтау заманауи цифрлық технологияларды пайдаланады. Осының арқасында емдеу-диагностикалық процесс қазіргі уақытта диагностикалық және емдік ақпаратты алу және енгізу, есепке алу және есеп беру деректері саласындағы дамудың жаңа, жоғары технологиялық деңгейіне өтуде. Цифрлық технологиялар медициналық ақпаратпен қашықтықтан алмасу мүмкіндігін ашты.

Қазіргі уақытта рентген сәулелері флюорографиялық зерттеулер үшін ең қолайлы детектор болып табылады. Өкпенің рентгенограммасының құрылымындағы ақауларды тіркеу және анықтау сенімділігін арттыру қажеттілігі талданатын кескіндердің контрастын ашуды және сәйкестендіруді қиындататын факторларды жоюды, әдістердің ақпараттық мазмұнын

арттыруды, кескіндерді формада ұсынуды талап етеді. бұл оларды анықтауға, рентгендік кескіндерді цифрлық өңдеуге арналған тиімді алгоритмдер мен бағдарламаларды жасауға, аурудың сипатына байланысты мәселелерді шешуге ыңғайлы. Рентгендік кескін ондағы бұзылулардың аз болуымен сипатталады, бірақ сонымен бірге қарастырылатын орташа сипаттама, мысалы, флюорограмма, қарқындылық мәндеріндегі жергілікті өзгерістерді жақсы көрсетеді. ауру. Рентгендік кескінді бейнелеудің сандық түріне түрлендіру жағдайында алынған сандық массив сәулелену қарқындылығының берілген жазықтықтағы стохастикалық таралуы болып табылады және ақпаратты статистикалық талдау тұрғысынан диагностикалық есептерді шешу болып табылады. қазірдің өзінде мүмкін. Сандық кескін цифрлық матрица түрінде берілген, бұл сандық жолдар мен бағандар. Суреттерді көрсету үшін цифрлық матрица көрінетін кескін элементтерінің матрицасына – пиксельдерге айналады. Сандық матрицаның мәнінен кейін әрбір пикселде сұр реңктердің біріне ие болады.

Кеуде қуысының рентгенограммасында патологияларды анықтау алгоритмін қолдану. Бағдарлама Python тілінде жүзеге асырылды. 1-суреттегі алгоритм бойынша жүргізілген зерттеу жұмысы мәліметтер қоры кескіндерінің патологиясын анықтауға бағытталған. Есептеу барысында www.kaggle.com ашық деректер қорынан алынған рентген суреттер қарастырылды.

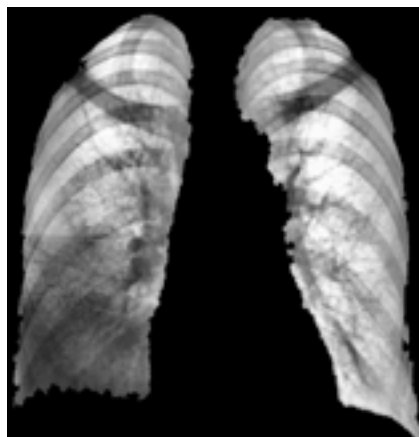


1-сурет. Кеуде қуысының патологиясын анықтау кезеңдері

Жұмыс барысында бастапқы кескіндер өңделді, яғни зерттеу үшін бастапқы суреттегі өкпенің таңдалған аймағы таңдалып, контраст күшейтілді (2 а, б сурет).



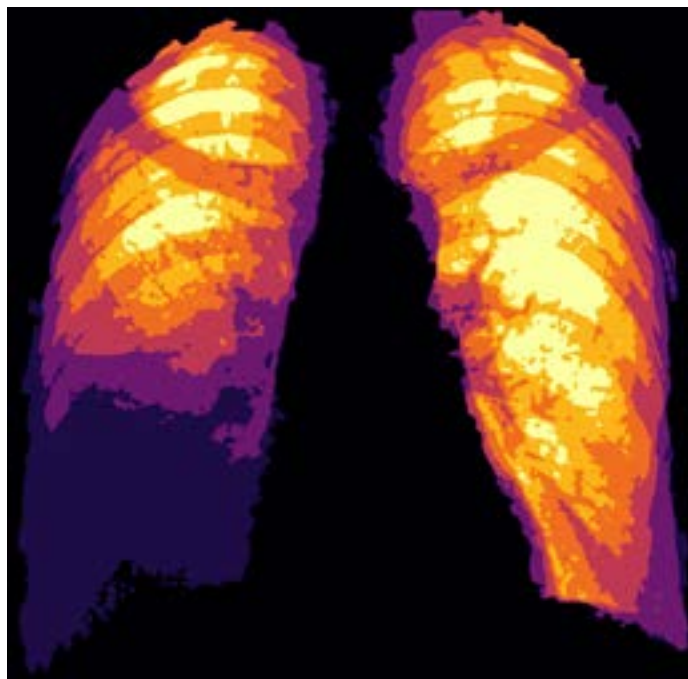
а



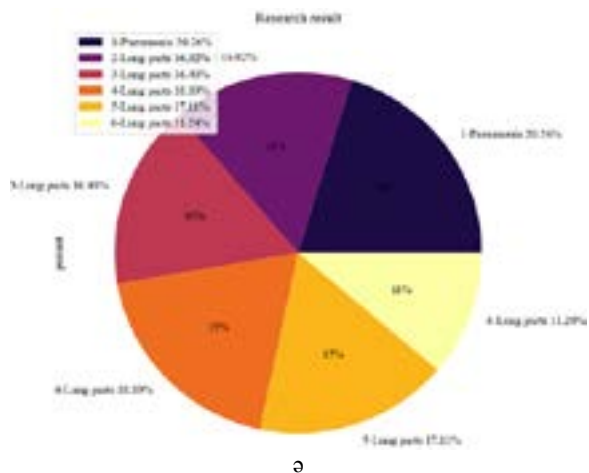
ә

2-сурет. Түпнұсқаның өңделген кескіні (а), алдын ала өңдеуден кейін контраст күшейтілді ә)

Әрбір суретте «аномальды» текстуралық аймақтар анықталды және олардың пайызы анықталды (3-сурет).



а



3-сурет. Контрасты күшейтілген кескінді кластерлеу нәтижесі (а), өкпені кластерлеу нәтижесінің пайызы (ә)

Автокорреляция функциясының өңдеу деректері мен рентгенологтардың қорытындыларының деректерін салыстыру кезінде бағдарлама мен дәрігерлердің нәтижелері толығымен сәйкес келетіні анықталды. Алынған нәтижелер қолданылатын әдістің жоғары диагностикалық дәлдігін, сондай-ақ радиологтың жұмысын автоматтандыру әдісін қолдану мүмкіндігін көрсетеді. Математикалық әдісті цифрлық кескінді өңдеуде матрица ретінде медициналық кескіндерге терең қолдану қарастырылды.

Нәтижелер мен пікірталас

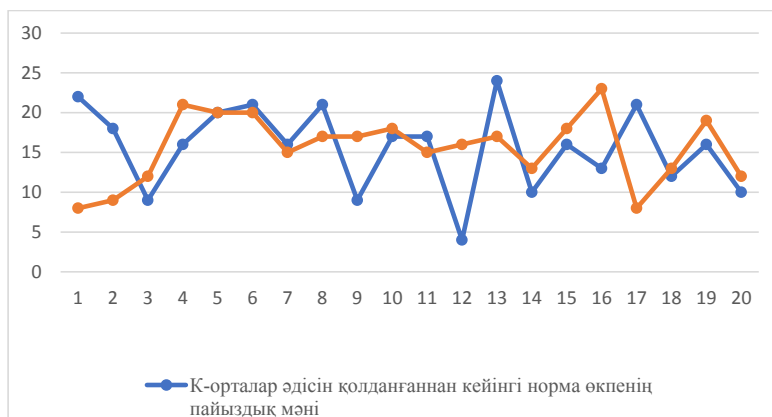
Зерттеу барысында ашық деректер базасынан 20 рентген суреті «норма» ретінде, ал кеуде қуысы патологиялары бар 20 рентген суреті қарастырылды. Оларға автокорреляция функциясы қолданылды және олардың мәндерінің нәтижелері 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте Автокорреляция функциясын және k-орташа әдісін қолдану нәтижелерінің мағынасы

| Суреттердің атауы | Автокорреляциялық функция әдісі | K- орташа мәндер әдісі |
|----------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Normal-57.png | 9 | 22 |
| person76_bacteria_371.jpeg | 21 | 8 |
| Normal-61.png | 15 | 18 |
| person77_bacteria_377.jpeg | 20 | 9 |
| Normal-62.png | 10 | 9 |
| person80_virus_150.jpeg | 25 | 12 |
| Normal-64.png | 17 | 16 |
| person82_virus_154.jpeg | 23 | 21 |
| Normal-65.png | 14 | 20 |
| person83_virus_156.jpeg | 21 | 20 |
| Normal-69.png | 13 | 21 |

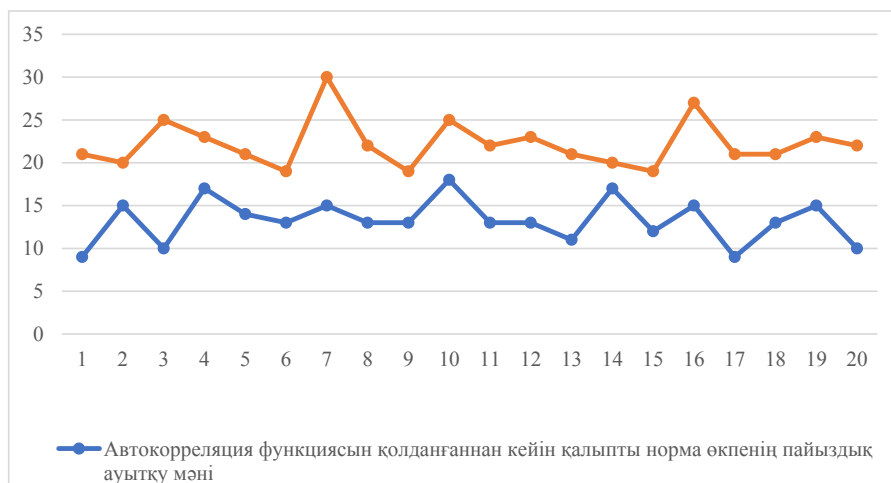
| | | |
|--------------------------|----|----|
| person88_virus_163.jpeg | 19 | 20 |
| Normal-72.png | 15 | 16 |
| person88_virus_165.jpeg | 30 | 15 |
| Normal-74.png | 13 | 21 |
| person89_virus_168.jpeg | 22 | 17 |
| Normal-76.png | 13 | 21 |
| person95_virus_177.jpeg | 19 | 17 |
| Normal-78.png | 18 | 17 |
| person96_virus_178.jpeg | 25 | 18 |
| Normal-80.png | 13 | 17 |
| Normal-81.png | 13 | 4 |
| person97_virus_181.jpeg | 22 | 15 |
| person98_virus_182.jpeg | 23 | 16 |
| person99_virus_183.jpeg | 21 | 17 |
| Normal-86.png | 11 | 24 |
| person100_virus_184.jpeg | 20 | 13 |
| Normal-87.png | 17 | 10 |
| Normal-91.png | 12 | 16 |
| person102_virus_189.jpeg | 19 | 18 |
| person105_virus_192.jpeg | 27 | 23 |
| person106_virus_194.jpeg | 21 | 8 |
| person106_virus_195.jpeg | 21 | 13 |
| Normal-91.png | 15 | 13 |
| Normal-91.png | 9 | 21 |
| person107_virus_196.jpeg | 23 | 19 |
| Normal-91.png | 13 | 12 |
| Normal-91.png | 15 | 16 |
| Normal-91.png | 10 | 10 |
| person109_virus_197.jpeg | 22 | 12 |

Автокорреляциялық функция әдісінің тиімділігін көру үшін k-орталар әдісі қарастырылды, оның графигі төменде көрсетілген (4-сурет).



4-сурет. K-орталар әдісін қолдану нәтижесі

Төменде кеуде қуысының қалыпты жағдайының ауытқуының және автокорреляциялық функциялар әдісін қолдану нәтижесінде патологияның пайда болуының графигі берілген (5-сурет).



5-сурет. Норма мен патологияның автокорреляциялық функциясының пайыздық ауытқу мәндерінің графигі

Суретте көрсетілгендей, норма мен патологияның пайызы айтарлықтай айырмашылыққа ие, бұл норма мен патологияның нәтижесін анықтау шекарасын орнатуға сенімділіктің жоғары дәрежесіне мүмкіндік береді. Зерттеулер көрсеткендей, бұл шектеу 18% шамасында жатыр. Осы шектен жоғары нәтижелер патологиясы бар суреттерге сілтеме жасау ықтималдығы жоғары. Өкпе патологиясын анықтауда қолданылатын автокорреляциялық функцияның тиімділігін тексеру үшін k-means әдісі арқылы эксперименттер жүргізілді. Алынған мәндерге сүйене отырып, k-means әдісі 20 патологиялық суреттің 10 суретін қалыпты, яғни 44 % және 20 сау өкпенің 14 суретін патологиялық деп қате анықтады, яғни 60 %. Автокорреляция функциясын қолданғаннан кейінгі нәтижеден 20 патологиялық кескіндер үшін 99 % және қалыпты кескіндер үшін 100 % дәлдік көрсетті.

Қорытынды

Рентгенограммаларды алдын ала сегменттеу алгоритмдері мен автокорреляциялық функцияларды қолдануға негізделген әдістер патологияны тану дәлдігіне шамамен 98% жетуге мүмкіндік береді. Бұл дәлдік шағын жаттығулар жиынтығымен анықталады, сондықтан алдағы жұмыста рентгенограммалардың көбірек санына дифференциациялау жоспарлануда және нейрондық желі реттеледі. Осылайша, болашақта бұл әдіс ауруларды диагностикалау процесін жылдамдатады және қайталанатын зерттеулердің үлесін азайтады. Сипатталған зерттеу әдісін тексеру үшін 40

флюорографиялық сурет таңдалды. Суреттердің бір жартысында пневмонияға байланысты әртүрлі патологиялар болды, ал қалған жартысы сау өкпенің суреттері болды.

Рентгенологтар Қазақстан Республикасындағы денсаулық сақтау саласын цифрландырудың кейбір өзекті мәселелерін шешуде шешуші рөл атқарады, мысалы, оқыту үшін жоғары сапалы деректер жиынтығын құру, шешуді қажет ететін клиникалық мәселені анықтау және нәтижелерді түсіндіру. Рентгенолог тәжірибесінде жасанды интеллектті одан әрі енгізу үшін көптеген зерттеулер қажет, бірақ қазір автоматтандырылған медицина жүйесі жұмыс жүктемесінің бір бөлігін алып, дәрігердің жұмысын жеңілдетеді, сонымен қатар экономикалық жағдайды жақсартта алады деп айта аламыз. денсаулық сақтаудың ресурстық базасының шығындарын азайту арқылы.

ӘДЕБИЕТТЕР

Абдикеримова Г., Ламашева Ж., Байбулова М. и Токкулиева А., 2023. Классификация рентгеновских изображений с использованием алгоритма глубокого обучения. Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Физико-математическая серия, (1), 204-227. <https://journals.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics/article/view/4876>

Арми Л. и Фекри-Эршад С., 2019. Анализ текстурных изображений и методы классификации текстур – обзор. Препринт arXiv arXiv: 1904.06554. doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1904.06554>

Бендори Т., Ху Ю., Килил Дж., Микелин О. и Сингер А., 2023. Автокорреляционный анализ для крио-ЭМ с ограничениями разреженности: улучшенная сложность выборки и алгоритмы на основе проекций. Труды Национальной академии наук, 120(18), e2216507120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2216507120>

Богословский А.В., Сухарев В.А., Жигулина И.В., Пантюхин М.А., 2021. Изображение представляет собой векторные поля, созданные преобразованием Фурье видеосигналов. Радиотехника, 85(7), 127–139. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46452211>

Бронников Д.А., 2019. Построение автокорреляционных функций тепловых фотоизображений почвогрунтов. In *Информационные технологии и автоматизация управления* (Рр. 45–49). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38248980>

Гонсалес Р. & Вудс Р., 2012. Цифровая обработка изображений. ISBN: 978-5-94836-331-8

Григорьев А.В., 2020. Выделение границ изображений в сложных сценах. *Фундаментально-прикладные проблемы безопасности, живучести, надёжности, устойчивости и эффективности систем* (Рр. 477–478). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44323779>

Дабагов А.Р., Томакова Р.А., Алексеев В.А. & Кондрашов Д.С., 2020. Метод автоматической классификации рентгеновских изображений на основе масок прозрачности. *Высокопроизводительные вычислительные системы и технологии*, 4(1), 110-116. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43961251>

Котелина Н.О. & Матвийчук Б.Р., 2019. Кластеризация изображения методом k-средних. *Вестник Сыктывкарского университета. Серия 1. Математика. Механика. Информатика*, (32). 101–112. <https://cyberleninka.ru/article/n/klasterizatsiya-izobrazheniya-metodom-k-srednih>

Курилович А.В., Цветков В.Ю. & Конопелько В.К., 2019. Структурный алгоритм текстурной сегментации полутоновых изображений. <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/38001>

Леонтьева С.А. және Демин А.Ю., 2019. k-means әдісі арқылы суреттерді кластерлеу. Жастар және қазіргі ақпараттық технологияларда: Студенттер, аспиранттар және жас ғалымдардың XVI халықаралық ғылыми-практикалық конференциясының материалдары, 3–7 желтоқсан 2018 ж., Томск — Томск, 2019. (86–87 беттер). doi: <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2023-50-1-114-122>

Мехри М., Гомес-Крамер П., Хероу П. және Мулот Р., 2013. Автокорреляция функциясын және көп ажыратымдылықты талдау арқылы ескі құжат кескінін сегменттеу. Құжатты тану және іздеуде XX (8658-том, № 18, 8658-18-беттер). SPIE, ақпан, doi: <https://doi.org/10.1117/12.2002365>

Нехороших А.В. & Брянцева А.А., 2020. Кластеризация изображений методом k-средних. *Актуальные проблемы прикладной математики, информатики и механики* (Рр. 319–322). https://elibrary.ru/download/elibrary_42493252_38646523.pdf

Харалик Р.М., 1979. Статистический и структурный подходы к текстуре. Труды IEEE, 67(5), 786–804. doi: <https://doi.org/10.1109/PROC.1979.11328>.

Чехина Е.А., 2020. Обзор методов текстурного анализа изображений. *Евразийское Научное Объединение*, (6-2), 160–162. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43161309>

Шекербек А., Абдикеримова Г., Сабыр А. & Абулхаир Ж., 2022. Применение метода и алгоритма для выявления патологии грудной клетки. *Известия НАН РК. Серия физико-математическая*, (4), 159–167. doi: <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1726.164>

REFERENCES

Abdikirimova G., Lamasheva J., Baibulova M. & Tokkulieva A., 2023. Classification of x-ray images using the deep learning algorithm. Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physico-mathematical series, (1). Pp. 204–227. <https://journals.nauka-nanrk.kz/physics-mathematics/article/view/4876>

Armi L. & Fekri-Ershad S., 2019. Texture image analysis and texture classification methods-A review. *arXiv preprint arXiv:1904.06554*. doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1904.06554>

Bendory T., Khoo Y., Kileel J., Mickelin O. & Singer A., 2023. Autocorrelation analysis for cryo-EM with sparsity constraints: Improved sample complexity and projection-based algorithms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 120(18), e2216507120. <https://doi.org/10.1073/pnas.2216507120>

Bogoslovsky A.V., Sukharev V.A., Zhigulina I.V. & Pantyukhin M.A., 2021. Vector fields generated by the Fourier transform of image video signals. *Radio Engineering*, 85(7). Pp. 127–139. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46452211>

Bronnikov D.A., 2019. Construction of autocorrelation functions of thermal photographic images of soils. In *Information technology and control automation* (Pp. 45–49). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38248980>

Chekhina E.A., 2020. Overview of methods of texture analysis of images. *Eurasian Scientific Association*, (6-2). Pp. 160–162. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43161309>

Gonzalez R. & Woods R., 2012. *Digital image processing*. ISBN: 978-5-94836-331-8

Grigoriev A.V., 2020. Selecting the borders of images in complex scenes. In *Fundamental and applied problems of safety, survivability, reliability, stability and efficiency of systems* (Pp. 477–478). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44323779>

Dabagov A.R., Tomakova R.A., Alekseev V.A. & Kondrashov D.S., 2020. Method of automatic classification of X-ray images based on mask transparency. *High-performance computing systems and technologies*, 4(1). Pp. 110–116. <https://elibrary.ru/item.asp?id=43961251>

Haralick R.M., 1979. Statistical and structural approaches to texture. *Proceedings of the IEEE*, 67(5). Pp. 786–804, doi: <https://doi.org/10.1109/PROC.1979.11328>.

Kotelina N.O. & Matviyчук B.R., 2019. Image clustering by k-means method. *Bulletin of the Syktyvkar University. Series I. Mathematics. Mechanics. Computer Science*, (32). Pp. 101–112. <https://cyberleninka.ru/article/n/klasterizatsiya-izobrazheniya-metodom-k-srednih>

Kurilovich A.V., Tsvetkov V.Yu. & Konopelko V.K., 2019. Structural algorithm for texture segmentation of grayscale images. <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/38001>

Leontieva S.A. & Demin A.Yu., 2019. Clustering images using the k-means method. In *Youth and Modern Information Technologies: Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists, December 3–7, 2018, Tomsk—Tomsk, 2019*. (Pp. 86–87). doi: <https://doi.org/10.21822/2073-6185-2023-50-1-114-122>

Mehri M., Gomez-Krämer P., Héroux P. and Mullot R., 2013. Old document image segmentation

using the autocorrelation function and multiresolution analysis. In *Document Recognition and Retrieval XX* (Vol. 8658, № 18. Pp. 8658–18). SPIE, February, doi: <https://doi.org/10.1117/12.2002365>

Nehoroshikh A.V. & Bryantseva A.A., 2020. Clustering images using the k-means method. In *Actual problems of applied mathematics, informatics and mechanics* (Pp. 319–322). https://elibrary.ru/download/elibrary_42493252_38646523.pdf

Shekerbek A., Abdikerimova G., Sabyr A. & Abulhair Zh., 2022. Using the method and algorithm for determining chest cell pathology. *Izvestia NAS RK. Series physical and mathematical*, (4). Pp. 159–167. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1726.164>.

МАЗМҰНЫ

| | |
|---|-----|
| А. Адамова, Т. Жукабаева, Е. Марденов ЗАТТАР ИНТЕРНЕТІ: ЖЕҢІЛДІК АЛГОРИТМДЕРДІҢ ДАМУЫ ЖӘНЕ БОЛАШАҒЫ..... | 5 |
| Г. Алпысбай, А. Бедельбаев, О. Усагова, А. Жұмабекова, Эдзард Хофиг ЗИЯНДЫ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫ ТАЛДАУДА МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АЛГОРИТМІН ҚОЛДАНУ..... | 21 |
| А.У. Алтаева, А.Ш. Каипова, А.У. Мухамеджанова, Г.К. Оспанова МЕДИЦИНАДА ЧАТ-БОТТАРДЫ ҚОЛДАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ..... | 32 |
| Г.А. Анарбекова, Н.Н. Оспанова, Д.Ж. Анарбеков НОРМАЛАНҒАН КІРІС ВЕКТОРЛАРЫ: ДЕРЕКТЕРДІ ДАЙЫНДАУДЫҢ БАСТАПҚЫ КЕЗЕҢІ..... | 40 |
| А.Е. Әбжанова, А.И. Такуадина, С.К. Сагнаева, С.К. Серикбаева, Г.Т. Азиева ТОПЫРАҚТЫ ТЕХНИКАЛЫҚ МЕЛИОРАЦИЯЛАУ ӘДІСТЕРІНДЕ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ПАЙДАЛАНУ..... | 55 |
| К.Н. Әлібекова, Ж.М. Алимжанова, С.С. Байзакова СЫМСЫЗ СЕНСОРЛЫҚ ЖЕЛІЛЕР ҮШІН БЛОКТЫҚ ШИФРЛАРДЫҢ ӨНІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ..... | 70 |
| К.Б. Багитова, Ш.Ж. Мүсірәлиева, М.А. Болатбек, Р.Қ. Оспанов ИНТЕРНЕТТЕ ЭКСТРЕМИСТІК МАЗМҰНДЫ АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН EXWEB БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАБДЫҚТАМАСЫН ӨЗІРЛЕУ..... | 81 |
| А.Ш. Баракова, О.А. Усагова, А.С. Орынбаева ВЕБ САЙТТАРДАҒЫ САНДЫҚ РЕСУРСТАРДЫ СТЕГАНОГРАФИЯ ӘДІСІМЕН ҚОРҒАУДЫҢ МОДЕЛІ..... | 96 |
| А.С. Омарбекова, А.Е. Назырова, Н. Тасболатұлы, Б.Ш. Разахова ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ELEARNING ЖҮЙЕСІНІҢ ОНТОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛІ ЖӘНЕ ОҚЫТУ НӘТИЖЕЛЕРІ..... | 108 |
| М.Қ. Болсынбек, Г.Б. Абдикеримова, С.К. Серикбаева, А.Ж. Танирбергенов, Ж.К. Тасжурекова ТОПЫРАҚ ЖӘНЕ ТОПЫРАҚ ЭРОЗИСЫН БОЛЖАУЖЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... | 128 |
| Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева, Б.А. Ху Вен-Цен LSTM ЖӘНЕ GRU ҮЛГІЛЕРІ НЕГІЗІНДЕ ҚАЗАҚ ДАКТИЛЬДЕРІН ТАНУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ..... | 141 |
| М.Д. Кабибуллин, Б.Б. Оразбаев, К.Н. Оразбаева, С.Ш. Исакова, Ж.Ш. Аманбаева КҮРДЕЛІ ХИМИЯЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР АГРЕГАТТАРЫНЫҢ МОДЕЛЬДЕРІН БАСТАПҚЫ АҚПАРАТТЫҢ ЖЕТІСПЕУШІЛІГІ МЕН АЙҚЫНСЫЗДЫҒЫ ЖАҒДАЙЫНДА ҚҰРУ..... | 154 |

| | |
|---|-----|
| М.Ж. Қалдарова, А.С. Аканова, М.Г. Гриф, У.Ж. Айтимова, А.С. Муканова ТОПЫРАҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ҒАРЫШТЫҚ СУРЕТТЕРДІ ӨНДЕУ АЛГОРИТМДЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ..... | 172 |
| К. Келесбаев, Ш. Раманкулов, М. Нуризинова, А. Паттаев, Н. Мұсахан STEM ЖОБАЛЫҚ ОҚЫТУДЫҢ БОЛАШАҚ ФИЗИКА МАМАНДАРЫН ДАЯРЛАУДАҒЫ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ..... | 193 |
| А.Е. Кулакаева, Е.А. Дайнеко, А.З. Айтмагамбетов, А.Т. Жетписбаева, Б.А. Кожаметова ШАҒЫН ҒАРЫШ АППАРАТЫ ОРБИТАСЫНЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ СПУТНИКТИК РАДИО МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕСІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ӘСЕРІ ТУРАЛЫ..... | 208 |
| А.Е. Назырова, Г.Т. Бекманова, А.С. Муканова, Н. Амангелді, М.Ж. Қалдарова БІЛІМ БЕРУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫ ҮШІН АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕНІ ӨЗІРЛЕУ..... | 221 |
| А.Б. Тоқгарова, Б.С. Омаров, Ж.Ж. Ажибекова, Г.И. Бейсенова, Р.Б. Абдрахманов ОНЛАЙН КОНТЕНТТЕГІ БЕЙӘДЕП СӨЗДЕР МӘЛІМЕТТЕР ҚОРЫН DATA MINING АРҚЫЛЫ АНАЛИЗДЕУ..... | 237 |
| Ә.Б. Тынымбаев, К.С. Байшоланова, К.Е. Кубаев АҚПАРАТТЫ ҚОРҒАУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ NAVIVE BAYESIAN ЖІКІТІУШСІН ҚОЛДАНУ..... | 252 |
| Г.Қ. Шаметова, А.Ә. Шәріпбай, Б.Ф. Сайлау ҚОЛЖЕТІМДІЛІКТІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ҚҰПИЯНЫ БӨЛҮДІҢ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ СҰЛБАЛАРЫН ТАЛДАУ..... | 261 |
| Г.Б. Абдикеримова, А.Ә. Шекербек, М.Г. Байбулова, С.К. Абдикаримова, Ш.Ш. Жолдасова КЕУДЕ ПАТОЛОГИЯСЫН АВТОКОРРЕЛЯЦИЯЛЫҚ ФУНКЦИЯ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ..... | 274 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| А. Адамова, Т. Жукабаева, Е. Марденов ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕГКОВЕСНЫХ АЛГОРИТМОВ..... | 5 |
| Г. Алпысбай, А. Бедельбаев, О. Усагова, А. Жумабекова, Эдзарт Хофиг ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ВРЕДОНОСНОГО ПО..... | 21 |
| А.У. Алтаева, А.Ш. Каипова, А.У. Мухамеджанова, Г.К. Оспанова ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧАТ-БОТОВ В МЕДИЦИНЕ..... | 32 |
| Г.А. Анарбекова, Н.Н. Оспанова*, Д.Ж. Анарбеков НОРМАЛИЗОВАННЫЕ ВХОДНЫЕ ВЕКТОРЫ: ПЕРВИЧНЫЙ ЭТАП ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ..... | 40 |
| А.Е. Абжанова, А.И. Такуадина, С.К. Сагнаева, С.К. Серикбаева, Г.Т. Азиева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В МЕТОДАХ ТЕХНИЧЕСКИХ МЕЛИОРАЦИЙ ГРУНТОВ..... | 55 |
| К.Н. Алибекова, Ж.М. Алимжанова, С.С. Байзакова ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БЛОЧНЫХ ШИФРОВ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ..... | 70 |
| К.Б. Багитова, Ш.Ж. Мусиралиева, М.А. Болатбек, Р.К. Оспанов РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ EXWEB ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭКСТРЕМИСТСКОГО КОНТЕНТА В СЕТИ ИНТЕРНЕТ..... | 81 |
| А.Ш. Баракова, О.А. Усагова, А.С. Орынбаева РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЗАЩИТЫ ЦИФРОВЫХ WEB РЕСУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СТЕГАНОГРАФИИ..... | 96 |
| А.С. Омарбекова, А.Е. Назырова, Н. Тасболатұлы, Б.Ш. Разахова ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ..... | 108 |
| М.Қ. Болсынбек, Г.Б. Абдикеримова, С.К. Серикбаева, А.Ж. Танирбергенов, Ж.К. Тасжурекова ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОЙ И ПОЧВЕННОЙ ЭРОЗИИ..... | 128 |
| Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева, Б.А. Ху Вен-Цен РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ КАЗАХСКИХ ДАКТИЛЬНЫХ ЖЕСТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ LSTM И GRU..... | 141 |
| М.Д. Кабибуллин, Б.Б. Оразбаев, К.Н. Оразбаева, С.Ш. Исакова, Ж.Ш. Аманбаева РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ АГРЕГАТОВ СЛОЖНЫХ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА И НЕЧЕТКОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ..... | 154 |

| | |
|--|-----|
| М.Ж. Калдарова, А.С. Аканова, М.Г. Гриф, У.Ж. Айтимова, А.С. Муканова АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ..... | 172 |
| К. Келесбаев, Ш. Раманкулов, М. Нуризинова, А. Паттаев, Н. Мұсахан ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ STEM В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ФИЗИКЕ..... | 193 |
| А.Е. Кулакаева, Е.А. Дайнеко, А.З. Айтмагамбетов, А.Т. Жетписбаева, Б.А. Кожаметова О ВЛИЯНИИ ХАРАКТЕРИСТИК ОРБИТЫ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОГО РАДИОМОНИТОРИНГА..... | 208 |
| А.Е. Назырова, Г.Т. Бекманова, А.С. Муканова, Н. Амангелді, М.Ж. Калдарова, РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ..... | 221 |
| А.Б. Токгарова, Б.С. Омаров, Ж.Ж. Ажибекова, Г.И. Бейсенова, Р.Б. Абдрахманов АНАЛИЗ НЕОБРАЗНЫХ СЛОВ В ОНЛАЙН-КОНТЕНТЕ С ПОМОЩЬЮ DATA MINING..... | 237 |
| Ә.Б. Тынымбаев, К.С. Байшоланова, К.Е. Кубаев ПРИМЕНЕНИЕ НАИВНОГО БАЙЕСОВСКОГО КЛАССИФИКАТОРА В СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ..... | 252 |
| Г.Қ. Шаметова, А.Ә. Шәріпбай, Б.Ғ. Сайлау АНАЛИЗ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СХЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕКРЕТОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ..... | 261 |
| Г.Б. Абдикеримова, А.А. Шекербек, М.Г. Байбулова, С.К. Абдикаримова, Ш.Ш. Жолдасова ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУДНОЙ ПАТОЛОГИИ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ АВТОКОРРЕЛЯЦИИ..... | 274 |

CONTENTS

| | |
|---|-----|
| A. Adamova, T. Zhukabayeva, Y. Mardenov INTERNET OF THINGS: STATUS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF LIGHTWEIGHT ALGORITHMS..... | 5 |
| G. Alpysbay, A. Bedelbayev, O. Ussatova, A. Zhumabekova, Edzard Höfig APPLICATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHM IN THE ANALYSIS OF MALICIOUS SOFTWARE..... | 21 |
| A.U. Altaeva, A.S. Kaipova, A.U. Mukhamejanova, G.K. Ospanova PROSPECTS OF USING CHATBOTS IN MEDICINE..... | 32 |
| G.A. Anarbekova, N.N. Ospanova, D.Zh. Anarbekov NORMALIZED INPUT VECTORS: THE PRIMARY STAGE OF DATA PREPARATION..... | 40 |
| A.E. Abzhanova, A.I. Takuadina, S.K. Sagnaeva, S.K. Serikbayeva, G.T. Azieva THE USE OF INFORMATION SYSTEMS IN THE METHODS OF TECHNICAL SOIL RECLAMATION..... | 55 |
| K. Alibekova, Zh. Alimzhanova, S.S. Baizakova RATING VALUATION OF BLOCK CIPHERS FOR WIRELESS SENSOR NETWORKS..... | 70 |
| K.B. Bagitova, Sh.Zh. Mussiraliyeva, M.A. Bolatbek, R.K. Ospanov DEVELOPMENT OF EXWEB SOFTWARE FOR DETECTING EXTREMIST CONTENT ON THE INTERNET..... | 81 |
| A.Sh. Barakova, O.A. Usatova, A.S. Orynbaeva DIGITAL RESOURCES ON WEBSITES MODEL OF PROTECTION BY STEGANOGRAPHY..... | 96 |
| A.S. Omarbekova, A.E. Nazyrova, N. Tasbolatuly, B.Sh. Razakhova ONTOLOGICAL MODEL OF AN INTELLIGENT E-LEARNING SYSTEM AND LEARNING OUTCOMES..... | 108 |
| M. Bolsynbek, G. Abdikerimova, S. Serikbayeva, A. Tanirbergenov, Zh. Taszhurekova RESEARCH OF INFORMATION SYSTEMS AND METHODS OF FORECASTING SOIL AND SOIL EROSION..... | 128 |
| L. Zholshiyeva, T. Zhukabayeva, Sh. Turaev, M. Berdieva, B. Khu Ven-Tsen DEVELOPMENT OF AN INTELLECTUAL SYSTEM FOR RECOGNIZING KAZAKH DACTYL GESTURES BASED ON LSTM AND GRU MODELS..... | 141 |
| M. Kabibullin, B. Orazbayev, K. Orazbayeva, S. Iskakova, Zh. Amanbayeva DEVELOPMENT OF MODELS OF UNITS OF COMPLEX CHEMICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEMS UNDER CONDITIONS OF DEFICIENCY AND FUZZY OF INITIAL INFORMATION..... | 154 |
| M.Zh. Kaldarova, A.S. Akanova, M.G. Grif, U.Zh. Aitimova, A.S. Mukanova ALGORITHM AND METHOD OF PROCESSING SPACE PHOTOS FOR ASSESSMENT OF SOIL..... | 172 |

| | |
|--|-----|
| K. Kelesbaev, Sh. Ramankulov, M. Nurizinova, A. Pattaev, N. Mussakhan FEATURES OF STEAM PROJECT TRAINING IN THE PREPARATION OF FUTURE SPECIALISTS IN PHYSICS..... | 193 |
| A.E. Kulakayeva, Y.A. Daineko, A.Z. Aitmagambetov, A.T. Zhetpisbaeva, B.A. Kozhakhmetova ABOUT THE INFLUENCE OF THE ORBIT CHARACTERISTICS OF A SMALL SPACECRAFT ON THE PARAMETERS OF THE SATELLITE RADIO MONITORING SYSTEM..... | 208 |
| A.E. Nazyrova, G.T. Bekmanova, A.S. Mukanova, N. Amangeldi, M.Zh. Kaldarova DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR EDUCATIONAL PROGRAMS..... | 221 |
| A.B. Toktarova, B.S. Omarov, Zh.Zh. Azhibekova, G.I. Beissenova, R.B. Abdrakhmanov ANALYSIS OF HATE SPEECH WORDS IN ONLINE CONTENT BY USING DATA MINING..... | 237 |
| A.B. Tynymbayev, K.S. Baisholanova, K.Ye. Kubaev APPLICATION OF NAVIVE BAYESIAN CLASSIFIER IN INFORMATION PROTECTION SYSTEMS..... | 252 |
| G.K. Shametova, A.A. Sharipbay, B.G. Sailau ANALYSIS OF CRYPTOGRAPHIC SECRET DISTRIBUTION SCHEMES IN ACCESS CONTROL SYSTEMS..... | 261 |
| G.B. Abdikerimova, A.A. Shekerbek, M.G. Baibulova, S.K. Abdikarimova, Sh.Sh. Zholdassova CHEST PATHOLOGY DETERMINATION THROUGH AUTOCORRELATION FUNCTION..... | 274 |

**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)

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жалиқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 12.06.2023.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

19,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.