

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



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

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

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

N E W S

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

**SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY**

2 (350)

APRIL – JUNE 2024

**PUBLISHED SINCE JANUARY 1963
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR**

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

БАС РЕДАКТОР:

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

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

ТАКИБАЕВ Нургали 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/>

EDITOR IN CHIEF:

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

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

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

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Series of physics and informatics.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

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

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

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

MPHTИ 14.35.07
УДК 004.931

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

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

REMOVING CLOUDS AND NEBULAE FROM SPACE IMAGES USING MACHINE LEARNING METHODS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

E-mail: d.ussipbekova20@gmail.com

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН ҒАРЫШТЫҚ КЕСКІНДЕРДЕН БҰЛТТАР МЕН ТҰМАНДЫҚТАРДЫ ЖОЮ

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

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

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

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

Казахский национальный университет имени С.Д. Асфендиярова.

E-mail: d.ussipbekova20@gmail.com

УДАЛЕНИЯ ОБЛАКОВ И ТУМАННОСТЕЙ С КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

задач, связанных с дистанционным зондированием Земли.

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

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

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

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

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

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

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

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

Әдістер мен материалдар

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

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

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

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

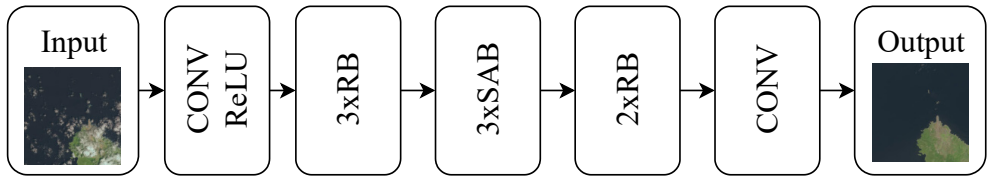
SpA GAN негізгі айырмашылықтар мен инновациялар:

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

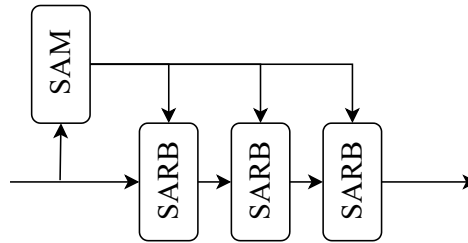
2. Кеңістіктік-зейінді блоктарды қолдана отырып, терең өңдеу. SPANet-тегі әрбір кеңістіктік зейін блогында кеңістіктік зейінді қалдық блоктардың (SARB) және кеңістіктік зейін модульдерінің (Sam) бірегей конфигурациясы бар, олар кірістердің әр аспектісін егжей-тегжейлі өңдеуге мүмкіндік береді. Бұл SpA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

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

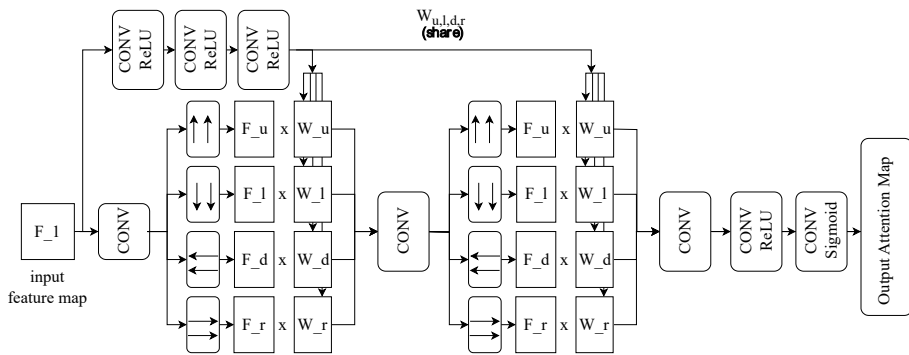
4. SpA GAN кескінді өңдеуге көп өлшемді тәсілді қолданады, ол бұлттарды жоюды ғана емес, сонымен қатар егжей-тегжейлі ақпаратты қалпына келтіру үшін астындағы беттерді терең талдауды қамтиды, бұл көптеген мамандандырылған қабаттар мен блоктарды қамтитын күрделі желі құрылымының арқасында мүмкін болды.



(a)



(б)



(B)

Сур. 1. SpAGAN әдісінің архитектурасы

(Fig. 1. Architecture of the SpAGAN method)

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

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

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

Нәтижелер және оларды талқылау

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

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

Кесте 1. Жұқа бұлтты модельдердің дәлдік нәтижелері

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

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

Кесте 2. Тығыз бұлтты модельдердің дәлдік нәтижелері

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

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

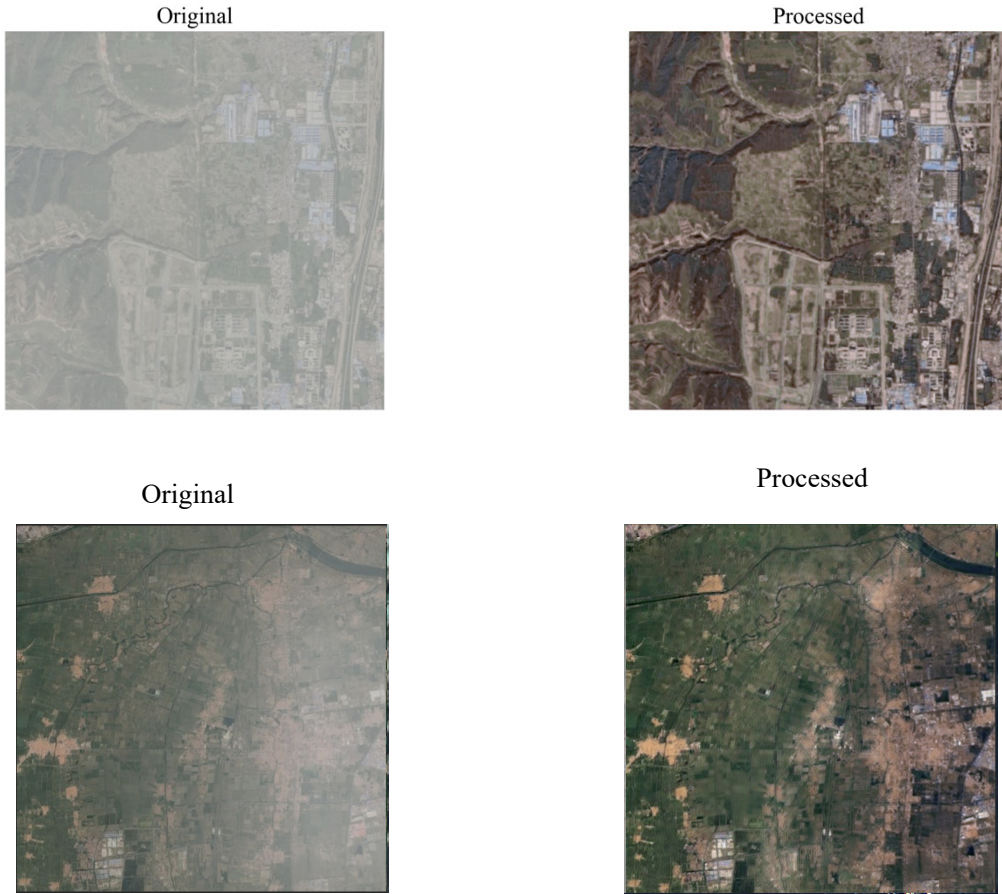
RICE1 және RICE2 сынақ деректер жиынтығындағы үлгі көрсеткіштеріндегі айырмашылықтарды келесідей түсіндіруге болады. Деректер жиынында RICE1 Conditional gan кеңістіктік үздіксіздікті сақтай отырып кескіндер жасайды, бірақ нәтижелер анық емес бөліктерге ие болуы мүмкін және жердегі нысандардың бөлшектері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

Original



Processed

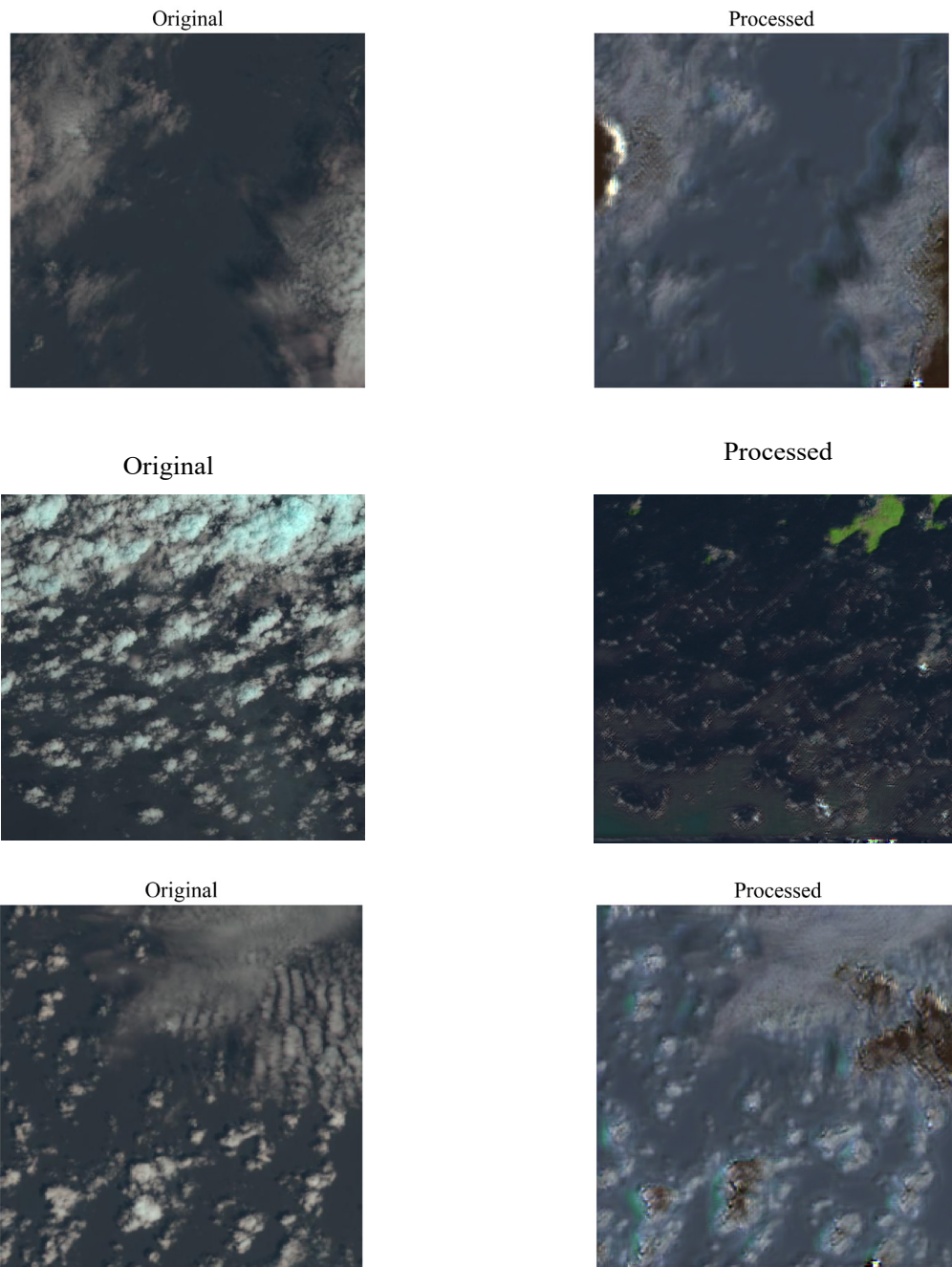




Сур. 2. RICE1 деректер жинағындағы тұмандықтарды жою үшін SPA GEN нәтижесі

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

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



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

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

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

Қорытынды

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

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

ӘДЕБИЕТТЕР

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

REFERENCES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

МАЗМҰНЫ

Н. Абдразақұлы, Л. Черикбаева, Н. Мұқажанов, Ж. Алибиева	
АНСАМБЛЬДІК ТӘСІЛ НЕГІЗІНДЕ КЕСКІНДІ ӨНДЕУДІҢ ТИІМДІ АЛГОРИТМІН ҚҰРУ.....	7
Б.Т Абыканова, А.А. Таугенбаева, А.Г. Амангосова, Г.Т. Бекова, А.Ж. Ақматбекова	
ӨЗДІГІНЕН БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫ ЖЕТІЛДІРУ МЕН ДАМУЫДАҒЫ ИНТЕРАКТИВТІ БІЛІМ БЕРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫ.....	30
Ж.Ж. Ажибекова, Д.И. Усипбекова, Б.Н. Джаханова, К. Жыланбаева, Ә.Н. Тұрсун	
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН ҒАРЫШТЫҚ КЕСКІНДЕРДЕН БҮЛТТАР МЕН ТҰМАНДЫҚТАРДЫ ЖОЮ.....	43
М. Айтимов, Г.Б. Абдикеримова, К.К. Макулов, Б.А. Досжанов, Р.У. Альменаева	
МАШИНАЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕРЕҢ ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІ АРҚЫЛЫ МӘТІННІҢ ЭМОЦИОНАЛДЫҚ ЖАҒДАЙЫН ЗЕРТТЕУ.....	57
А.Т. Ақынбекова, А.А. Муханова, Salah Al-Majeed, Г.С. Алтаева	
АЙМАҚТЫ ДАМУЫДЫҢ ӘЛЕУМЕТТІК ПРОЦЕСТЕРІН БАҒАЛАУ ҮШІН ШЕШІМДЕР ҚАБЫЛДАУДЫҢ БҮЛДЫР МОДЕЛЬДЕРІ.....	69
К.М. Алдабергенова, А.Б. Касекеева, М.Ж. Айтимов, К.К. Дауренбеков, Т.Н. Есикова	
АГРОӨНЕРКӘСІП КЕШЕНІНІҢ ЛОГИСТИКАСЫНЫҢ МАРКЕТИНГТІК БАСҚАРУЫН ЖЕТІЛДІРУ.....	85
А.Е. Әбжанова, А.А. Быков, С.К. Сагнаева, Е.Ә. Әбжанов, Д.И. Суржик	
ЖЕР АСТЫ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ТОПЫРАҚТЫ МОДЕЛЬДЕУДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ.....	96
А.М. Бисенгалиева, А.У. Исембаева, Т.К. Душаева, Н.М. Алмабаева, Г.О. Ильясова	
СЕМАНТИКАЛЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ТАЛДАУ АРҚЫЛЫ КІЛТ СӨЗДЕРДІ ҚАМТУ.....	108
А.Х. Давлетова, Н.Н. Оразова, Ж.Б. Сайлау, Д.Н. Қурмангалиева, Г.Л. Абдугалимов	
БАСТАУЫШ СЫНЫП ОҚУШЫЛАРЫН ХАЛЫҚАРАЛЫҚ PIRLS ЗЕРТТЕУІНЕ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР АРҚЫЛЫ ДАЯРЛАУ ЖОЛДАРЫ.....	120
Г. Есмагамбетова, А. Кубигенова, А. Ақтаева, И. Цэрэн-Онолт, М. Есмагамбет	
КВАНТТЫҚ ЕСЕПТЕУЛЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН БИОМЕТРИЯЛЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ҚОРҒАУ ӘДІСТЕРІ.....	137
Г.Қ. Ешмұрат, Л.С. Қанбаева,	
МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҮРЕЙ ЖӘНЕ ОНЫҢ БОЛАШАҚ МАТЕМАТИКА ПӘНІ МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ МАНСАБЫНА ӨСЕРІ.....	149
Т.К. Жукабаева, В.А. Десницкий, Е.М. Марденюв	
СЫМСЫЗ СЕНСОРЛЫҚ ЖЕЛІЛЕРДЕГІ ДЕРЕКТЕРДІ ЖИНАУ, ӨНДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ ӘДІСТЕРІ.....	163
А.М. Джумагалиева, А.Ә. Шекербек, Ж.Ж. Хамитова, М. Свобода, С.А. Қалдар	
АДАПТИВТІ АНОМАЛИЯНЫ АНЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ КИБЕРҚАУІПСІЗДІГІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АРҚЫЛЫ АРТТЫРУ.....	177

А.А. Исмаилова, Г.Е. Мырзабекова, М.Ж. Базарова, Г.Ж. Нурова, Г.Т. Азиева ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ҚАРЖЫ НАРЫҒЫНДАҒЫ БАҒАЛАРДЫ БОЛЖАУ.....	190
К. Кошанова, Сапарбайқызы, К.Е. Жангазакова, А.С. Сағынбай, Э. Куриэль-Марин STEM-ДЕ БІЛІМ БЕРУ ӘЛЕУЕТІН БАРЫНША ПАЙДАЛАНУ: ОҚУ НӘТИЖЕЛЕРІН ЖАҚСARTУҒА ҮЛЕС, ҚИЫНДЫҚТАР ЖӘНЕ СТРАТЕГИЯЛАР.....	205
А.А. Мұханова, С.К. Кожукаева, Л.Г. Рзаева, Ж.Е. Доумчариева, У.Т. Махажанова МЕДИЦИНАЛЫҚ БЕЙНЕЛЕР НЕГІЗІНДЕ КӨЗ ТОРЫНЫҢ АУРУЛАРЫН ДИАГНОСТИКАЛАУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ МОДЕЛЬДЕРІН ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ..	218
Ә.Ж. Омуртаева, У.Т. Махажанова, М.А. Кантуреева, Г. Ускенбаева, Т.Н. Есикова БІЛІМ БЕРУ НЕГІЗІНДЕ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ИНВЕСТИЦИЯЛЫҚ ТАРТЫМДЫЛЫҒЫН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ.....	235
А.Р. Оразаева, Д.А. Тусупов, В. Войчик, А.К. Шайханова, Г.Б. Бекешова МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН СҮТ БЕЗІ ПАТОЛОГИЯСЫН ТИІМДІ АНЫҚТАУ...	246
Б.Б. Оразбаев, Б.У. Асанова, Ж.Ж. Молдашева, Ж.Е. Шангитова АЙҚЫНСЫЗДЫҚТА КОКСТЕУ РЕАКТОРЛАРЫНЫҢ ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН КӨПКРИТЕРИЙЛІК ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ ЕСЕБІНІҢ ҚОЙЫЛЫМЫ МЕН ОНЫ ШЕШУ ЭВРИСТИКАЛЫҚ ТӘСІЛІ.....	258
Г.А. Салтанова, К.Б. Багитова, Г.А. Дашева, М.Е. Шангитова, Э.Г. Гайсина УНИВЕРСИТЕТ КІТАПХАНАСЫНЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ЕНГІЗУ: АҚПАРАТТЫҚ РЕСУРСТАРДЫ БАСҚАРУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУШЫЛАРҒА ТИІМДІ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ.....	269
Л.Т. Салыбек, К.Н. Оразбаева, В.Е. Махатова, Л.Т. Қурмангазиева, Б.Е. Утенова МҰНАЙДЫ АЛҒАШҚЫ ӨНДЕУ ҚОНДЫРҒЫСЫ АТМОСФЕРАЛЫҚ БЛОГЫНЫҢ МОДЕЛЬДЕРІН ТҮРЛІ СИПАТТАҒЫ ҚОЛЖЕТІМДІ АҚПАРАТ НЕГІЗІНДЕ ҚҰРУ.....	285
А. Сейтенов, Т. Жукабаева, С. Ал-Маджид ЭЛЕКТРОНДЫҚ МЕДИЦИНАЛЫҚ ТӨЛҚҰЖАТЫ МЕН ТЕЛЕМЕДИЦИНА АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІНІҢ МОДЕЛІН ЖОБАЛАУ.....	297
Г.Б. Турмуханова, А.А. Таутенбаева, Г.Т. Бекова, С.Б. Нугуманов, Я. Култан ӘЛЕУМЕТТІК МЕДИА ҚАУЫМДАСТЫҚТАРЫНДАҒЫ ӨЗАРА ІС-ҚИМЫЛ АРҚЫЛЫ УНИВЕРСИТЕТ СТУДЕНТТЕРІНІҢ ЖҰМСАҚ ДАҒДЫЛАРЫН ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	310
А.С. Тынықұлова, А.В. Фаддеев, А.А. Мұханова, А.У. Искалиева, Д.Б. Абулкасова БЕЛГІСІЗДІК ЖАҒДАЙЫНДА ТӘУЕКЕЛДЕРДІ БАСҚАРУДЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОҢТАЙЛАНДЫРУ: ЗАМАНАУИ ӘДІСТЕР МЕН ТЕХНОЛОГИЯЛАР.....	325
Ж.Р. Умарова, Г.Ж. Ельбергенава, Н.С. Жуматаев, А.Х. Махатова, С.Б. Ботаева МЕЗОСКОПИЯ ДЕҢГЕЙІНДЕГІ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ЕЛЕКТЕРДЕГІ ЗАТ ТАСЫМАЛУЫН ЕСЕПТЕУ АЛГОРИТМІНІҢ ЗИЯЛДЫ ТАЛДАУЫ.....	336

СОДЕРЖАНИЕ

Н. Абдразакулы, Л. Черикбаева, Н. Мукажанов, Ж. Алибиева СОЗДАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ АНСАМБЛЕВОГО ПОДХОДА.....	7
Б.Т. Абыканова, А.А. Таугенбаева, А.Г. Амангосова, Г.Т. Бекова, А.Ж. Акматбекова ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ И РАЗВИТИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ.....	30
Ж.Ж. Ажибекова, Д.И. Усипбекова, Б.Н. Джаханова, К. Жыланбаева, Ә.Н. Түрсун УДАЛЕНИЯ ОБЛАКОВ И ТУМАННОСТЕЙ С КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	43
М. Айтимов, Г.Б. Абдикеримова, К.К. Макулов, Б.А. Досжанов, Р.У. Альменаева ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА С ПРИМЕНЕНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО И ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	57
А.Т. Акынбекова, А.А. Муханова, Salah Al-Majeed, Г.С. Алтаева НЕЧЕТКИЕ МОДЕЛИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ОЦЕНКИ СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ РАЗВИТИЯ РЕГИОНА.....	69
К.М. Алдабергенова, А.Б. Касекеева, М.Ж. Айтимов, К.К. Дауренбеков, Т.Н. Есикова СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАРКЕТИНГОВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.....	85
А.Е. Абжанова, А.А. Быков, С.К. Сагнаева, Е.А. Абжанов, Д.И. Суржик ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРУНТА С УЧЕТОМ ПОДЗЕМНЫХ ГРУНТОВЫХ ВОД.....	96
А.М. Бисенгалиева, А.У. Исембаева, Т.К. Душаева, Н.М. Алмабаева, Г.О. Ильясова ОХВАТ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ.....	108
А.Х. Давлетова, Н.Н. Оразова, Ж.Б. Сайлау, Д.Н. Курмангалиева, Г.Л. Абдугалимов ПУТИ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ К МЕЖДУНАРОДНОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ PIRLS С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	120
Г. Есмагамбетова, А. Кубигенова, А. Актаева, И. Цэрэн-Онолт, М. Есмагамбет МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....	137
Г.К. Ешмурат, Л.С. Каинбаева МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ТРЕВОЖНОСТЬ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА КАРЬЕРУ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ.....	149
Т.К. Жукабаева, В.А. Десницкий, Е.М. Марденов МЕТОДИКА СБОРА, ПРЕДОБРАБОТКИ И АНАЛИЗА ДАННЫХ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ.....	163
А.М. Джумагалиева, А.А. Шекербек, Ж.Ж. Хамитова, М. Свобода, С.А. Калдар ПОВЫШЕНИЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ С ПОМОЩЬЮ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ АНОМАЛИЙ ПОСРЕДСТВОМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	177
А.А. Исмаилова, Г.Е. Мырзабекова, М.Ж. Базарова, Г.Ж. Нурова, Г.Т. Азиева ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЦЕН НА ФОНДОВОМ РЫНКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ	

ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	190
К. Кошанова, Ш. Сапарбайқызы, К.Е. Жангазакова, А.С. Сагынбай, Э. Куриэль-Марин	
МАКСИМАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ОБРАЗОВАНИЯ В STEM: ВКЛАД, ПРОБЛЕМЫ И СТРАТЕГИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ.....	205
А.А. Муханова, С.К. Кожукаева, Л.Г. Рзаева, Ж.Е. Доумчариева, У.Т. Махажанова	
ПРИМЕНЕНИЕ И АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕТЧАТКИ ГЛАЗА НА ОСНОВЕ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ.....	218
Ә.Ж. Омуртаева, У.Т. Махажанова, М.А. Кантуреева, Г. Ускенбаева, Т.Н. Есикова	
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ...235	
А.Р. Оразаева, Д.А. Тусупов, В. Войчик, А.К. Шайханова, Г.Б. Бекешова	
ЭФФЕКТИВНОЕ ВЫЯВЛЕНИЕ ПАТОЛОГИИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	246
Б.Б. Оразбаев, Б.У. Асанова, Ж.Ж. Молдашева, Ж.Е. Шангитова	
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КОКСОВЫХ РЕАКТОРОВ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕТКОСТИ И ЭВРИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ЕЕ РЕШЕНИЯ.....	258
Г.А. Салтанова, К.Б. Багитова, Г.А. Дашева, М.Е. Шангитова, Э.Г. Гайсина	
РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ УНИВЕРСИТЕТСКОЙ БИБЛИОТЕКИ: ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ.....	269
Л.Т. Салыбек, К.Н. Оразбаева, В.Е. Махатова, Л.Т. Курмангазиева, Б.Е. Утенова	
РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ АТМОСФЕРНОГО БЛОКА УСТАНОВКИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ НА ОСНОВЕ ДОСТУПНОЙ ИНФОРМАЦИИ РАЗЛИЧНОГО ХАРАКТЕРА	285
А. Сейтенов, Т. Жукабаева, С. Ал-Маджид	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ С ЭЛЕКТРОННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ КАРТОЙ.....	297
Г.Б. Турмуханова, А.А. Таутенбаева, Г.Т. Бекова, С.Б. Нугуманов, Я. Култан	
ФОРМИРОВАНИЕ МЯГКИХ НАВЫКОВ СТУДЕНТОВ УНИВЕРСИТЕТА ПОСРЕДСТВОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СООБЩЕСТВАХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ.....	310
А.С. Тыныкулова, А.В. Фаддеенков, А.А. Муханова, А.У. Искалиева, А.Б. Абулкасова	
АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ.....	325
Ж.Р. Умарова, Г.Ж. Ельбергенова, Н.С. Жуматаев, А.Х. Махатова, С.Б. Ботаева	
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВА В МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИТАХ НА МЕЗОСКОПИЧЕСКОМ УРОВНЕ.....	336

CONTENTS

N. Abdrazakuly, L. Cherikbayeva, N. Mukazhanov, Zh. Alibiyeva CREATING AN EFFECTIVE IMAGE PROCESSING ALGORITHM BASED ON AN ENSEMBLE APPROACH.....	7
B.T. Abykanova, A.A. Tautenbayeva, A.Γ. Amangosova, G.T. Bekova, A.Zh. Akmatbekova INTERACTIVE EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN IMPROVING AND DEVELOPING STUDENTS' AGENCY.....	30
Zh.Zh. Azhibekova, D.I. Ussipbekova, B. Djakhanova, B.K. Zhylanbaeva, A.N. Tursun REMOVING CLOUDS AND NEBULAE FROM SPACE IMAGES USING MACHINE LEARNING METHOD.....	43
M. Aitimov, G.B. Abdikerimova, K.K. Makulov, B.A. Doszhanov, R.U. Almenayeva STUDY OF THE EMOTIONAL TONE OF A TEXT USING MACHINE AND DEEP LEARNING ALGORITHMS.....	57
A. Akynbekova, A. Mukhanova, Salah Al-Majeed, G. Altayeva FUZZY DECISION MAKING MODELS FOR ASSESSING SOCIAL PROCESSES OF REGIONAL DEVELOPMENT.....	69
K.M. Aldabergenova, A.B. Kassekeyeva, M. Aitimov, K. Daurenbekov, T.N. Esikova IMPROVEMENT OF MARKETING MANAGEMENT OF LOGISTICS OF THE AGRICULTURAL COMPLEX.....	85
A.E. Abzhanova, A.A. Bykov, S.K. Sagnaeva, E.A. Abzhanov, D.I. Surzhik OPTIMIZATION OF SOIL MODELING WITH CONSIDERATION OF UNDERGROUND GROUNDWATER.....	96
A.M. Bissengaliyeva, A.U. Issembayeva, T.K. Dushayeva, N.M. Almabayeva, G.O. Ilyassova KEYWORD COVERAGE USING SEMANTIC DATA ANALYSIS.....	108
A.Kh. Davletova, N.N. Orazova, Zh.B. Sailau, D.N. Kurmangalieva, G.L. Abdugaliyev WAYS TO PREPARE PRIMARY SCHOOL STUDENTS FOR INTERNATIONAL PIRLS RESEARCH USING INFORMATION TECHNOLOGY.....	120
G. Yesmagambetova, A. Kubigenova, A. Aktayeva, I. Tseren-Onolt, M. Esmaganbet METHODS OF BIOMETRIC DATA PROTECTION BASED ON QUANTUM COMPUTING.....	137
G.K. Yeshmurat, L.S. Kainbayeva UNDERSTANDING MATH ANXIETY AND ITS IMPACT ON MATH EDUCATION STUDENTS' CAREERS.....	149
T.K. Zhukabayeva, V.A. Desnitsky, E.M. Mardenov A TECHNIQUE FOR COLLECTION, PREPROCESSING AND ANALYSIS OF DATA IN WIRELESS SENSOR NETWORKS.....	163
A.M. Jumagaliyeva, A.A. Shekerbek, Zh.Zh. Khamitova, M. Svoboda, S. Kaldar ENHANCING CYBERSECURITY WITH ADAPTIVE ANOMALY DETECTION SYSTEMS THROUGH MACHINE LEARNING.....	177
A.A. Ismailova, G. Murzabekova, M.Zh. Bazarova, G.Zh. Nurova, G.T. Azieva FORECASTING PRICES IN THE STOCK MARKET USING DEEP LEARNING METHODS.....	190

G. Kochshanova, Sh. Saparbaykyzy, K.Y. Zhangazakova, A.S. Sagynbay, E. Curiel-Marin MAXIMIZING THE POTENTIAL OF STEM EDUCATION: CONTRIBUTIONS, CHALLENGES, AND STRATEGIES TO IMPROVE LEARNING OUTCOMES.....	205
A.A. Mukhanova, S.K. Kozhukaeva, L.G. Rzayeva, Zh.E. Doumcharieva, U.T. Makhazhanova APPLICATION AND ANALYSIS OF DEEP LEARNING MODELS FOR DIAGNOSIS OF RETINAL DISEASES FROM MEDICAL IMAGES.....	218
A. Omurtayeva, U. Makhazhanova, M. Kantureyeva, G. Uskenbayeva, T.N. Esikova METHODOLOGY FOR ASSESSING THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF AGRICULTURAL ENTERPRISES BASED ON THE PRESENTATION OF KNOWLEDGE.....	235
A.R. Orazayeva, J.A. Tussupov, W. Wójcik, A.K. Shaikhanova, G.B. Bekeshova EFFECTIVE DETECTION OF BREAST PATHOLOGY USING MACHINE LEARNING METHODS.....	246
B.B. Orazbayev, B.U. Asanova, Zh.Zh. Moldasheva, Zh.E. Shangitova FORMULATION OF THE PROBLEM OF MULTICRITERIAL OPTIMIZATION OF OPERATING MODES OF COKE REACTORS UNDER FUZZY CONDITIONS AND A HEURISTIC METHOD FOR ITS SOLUTION.....	258
G.A. Saltanova, K.B. Bagitova, G.A. Dasheva, M.E. Shangitova, E.G. Gaisina DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF AN AUTOMATED UNIVERSITY LIBRARY INFORMATION SYSTEM: INFORMATION RESOURCE MANAGEMENT OPTIMIZATION AND EFFECTIVE USER SERVICE PROVISION.....	269
L. Salybek, K. Orazbayeva, V. Makhatova, L. Kurmangazieva, B. Utenova DEVELOPMENT OF MODELS OF THE ATMOSPHERIC BLOCK OF A PRIMARY OIL PROCESSING PLANT BASED ON AVAILABLE INFORMATION OF VARIOUS NATURE.....	285
A. Seitenov, T. Zhukabayeva, S. Al-Majeed DESIGNING A MODEL OF A TELEMEDICINE INFORMATION SYSTEM WITH ELECTRONIC MEDICAL RECORD.....	297
G.B. Turmukhanova, A.A. Tautenbayeva, G.T. Bekova, S.B. Nugumanov, K. Yaroslav FORMATION OF UNIVERSITY STUDENTS' SOFT SKILLS THROUGH INTERACTION I N SOCIAL NETWORKING COMMUNITIES.....	310
A.S. Tynykulova, A.V. Faddeenkov, A.A. Mukhanova, A. Iskaliyeva, D.B. Abulkassova ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF RISK MANAGEMENT IN CONDITIONS OF UNCERTAINTY: MODERN METHODS AND TECHNOLOGIES.....	325
Zh. Umarova, G. Yelbergenova, N. Zhumatayev, A. Makhatova, S. Botayeva INTELLIGENT ANALYSIS OF SUBSTANCE TRANSPORT ALGORITHM IN MOLECULAR SIEVES AT THE MESOSCOPIC LEVEL.....	336

**Publication Ethics and Publication Malpractice
the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Подписано в печать 15.06.2024.

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

21,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.