

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



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

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

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

N E W S

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

SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY

4 (348)

OCTOBER – DECEMBER 2023

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

БАС РЕДАКТОР:

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

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

Тақырыптық бағыты: *физика және ақпараттық коммуникациялық технологиялар сериясы.*

Қазіргі уақытта: *«ақпараттық технологиялар» бағыты бойынша ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған журналдар тізіміне енді.*

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

ТАКИБАЕВ Нурғали Жабағевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=5**

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), **Н=42**

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), **Н=10**

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **Н=12**

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), **Н=26**

«Известия НАН РК. Серия физика и информатики».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: *Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).*

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан **№ 16906-Ж** выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *серия физика и информационные коммуникационные технологии.* В настоящее время: *вошел в список журналов, рекомендованных ККСОН МОН РК по направлению «информационные коммуникационные технологии».*

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

Адрес редакции: *050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19*

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

EDITOR IN CHIEF:

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

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

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

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Series of physics and informatics.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

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

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

УДК 004.931

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

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;

²Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan;

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

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

E-mail: mamatova.gulnar@bk.ru

USING MACHINE LEARNING METHODS TO IMPROVE TEXTURE-TYPE IMAGES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

E-mail: mamatova.gulnar@bk.ru

ТЕКСТУРАЛЫҚ ТИПТЕГІ СУРЕТТЕРДІ ЖАҚСARTU YШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚYТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТЕКСТУРНОГО ТИПА

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Аннотация. Статья посвящена методам машинного обучения, которые фокусируются на улучшении изображений текстурного типа, а именно на улучшении объектов на изображениях. Цель исследования – разработать алгоритмы улучшения изображений и определить точность рассматриваемых моделей улучшения изображений данного типа. Хотя используемые в настоящее время системы цифровой обработки изображений обычно обеспечивают изображения высокого качества, внешние факторы или даже системные ограничения могут привести к низкому качеству в разных областях науки. Поэтому рассматриваются пороговые значения обработки изображений определенной области науки. Первым шагом в обработке изображений является улучшение изображения. Вопросы обработки изображений сигналов остаются в центре внимания различных специалистов.

В настоящее время, наряду с развитием информационных технологий, автоматическое улучшение изображений является одной из актуальных задач. Изображения анализировались как объекты: государственные номера автомобилей, лица, участки поля на спутниковых снимках. В данной работе мы предлагаем использовать модели Generative Adversarial Network со сверхразрешением (SRGAN), Extended Generative Adversarial Networks со сверхразрешением (ERSGAN). Для этого был проведен эксперимент, целью которого было переобучение модели ESGAN с тремя разными архитектурами сверточной нейронной сети, т.е. VGG19, MobileNet2V, ResNet152V2 для добавления потерь восприятия (по пикселям), а также повышения резкости прогноза тестового изображения и сравнения производительности каждой переобученной модели. В результате исследования использование сверточных нейронных сетей для улучшения изображения показало высокую точность, то есть в среднем ESGAN+MobileNETV2 – 91 %, ESGAN+VGG19 – 86 %, ESGAN+ResNet152V2 – 96 %.

Ключевые слова: обработка изображений, SRGAN, ESGAN, VGG19, MobileNet2V, ResNet152V2, машинное обучение, суперразрешение

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Шешім қабылдау кезінде кескіндердегі үлгіні тану процесінде медицина қызметкерлері, агрономдар, фермерлер, сондай-ақ өмірдің маңызды салаларындағы мамандар бірқатар мәселелерге тап болады: толық емес және дұрыс емес бастапқы ақпарат, атрибуттардың үлкен өзгергіштігі және іріктеудің шағын өлшемдері, қорытындылар үшін шектеулі шешім уақыты. Бұл факторлар көбінесе шешім қабылдауда қателіктерге әкеледі. Эксперименттік ақпаратты өңдеудің тиімділігі мен сапасын арттыру үшін кескіндердің сапасын жақсарту үшін, объектіні тану дәлдігін арттыру үшін визуалды деректерді талдау әдістерін жетілдіру және өзгерту қажет.

Нұсқаулықтың мақсаттарына сәйкес визуалды тануға баса назар аударылады, ал автоматты тану әдістері қажет болған жағдайда ғана айтылады. Көрнекі танудың ең маңызды принципі — зерттелетін пәндік аймақтың ақпараттық үлгісі ретінде кескінді дәйекті түрде зерттеу арқылы дамудағы және қоршаған орта контекстіндегі жақсартылған объектілерді, сондай-ақ жалпыдан жекеге жылжуын талдау болып табылады. Көрнекі тану сапасын анықтайтын негізгі фактор маманның кәсіби эрудициясы мен оның түйсігінен құралған шеберлік деңгейі болып табылады — тіпті бұл қызмет түрі өнермен шектеседі деген пікір де бар. Дегенмен, мұнда да сенімділікті арттыруға және қателер санын азайтуға бағытталған белгілі бір әдістеме бар. Бірақ жасанды интеллекттің дамуымен бейнелердегі объектілерді автоматты түрде тану өмірдің барлық салаларында өзекті мәселе болып табылады.

Кескінді масштабтау коэффициенті ұлғайған сайын кескін сапасы

нашарлайды (Есенова, 2022). Өртүрлі қолданбалы тапсырмаларда объектілерді үлкейту және оның сапасын арттыру, мысалы, медицинада, ажыратымдылығы орташа ғарыштық суреттер, қозғалыс өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Бұл мәселені шешу үшін кескіндердегі объектілерді масштабтау мен жақсартуды автоматтандыру үшін машиналық оқыту әдістері қолданылды. Бұл зерттеудің басты мақсаты болды. Бұл еңбектің басқа еңбектерден ерекшелігі – осы саладағы басқа зерттеушілер классикалық әдістерді қолданған (Есенова, 2022). Бұл жұмыста жасанды нейрондық желілерге негізделген машиналық оқыту әдістері қолданылды.

Орташа ажыратымдылықтағы кескіндердің кеңістіктік ажыратымдылығын жоғары және өте жоғары ажыратымдылықтағы кескіндердің кеңістіктік ажыратымдылығына дейін жаңарту әртүрлі қолданбаларда пайдалы. Түсіру биіктігін ұлғайтқанда тағы бір әсер байқалады — объектілердің үлкен аумақтарының сәулеленуі кішігірім аумақтардың сәулеленуін басады, бұл кескіннің табиғи интеграциясын, соның ішінде контурларды тегістеуді және шағын объектілердің топтарын біріктіруді қамтамасыз етеді. Бұл әдетте иконикалық жалпылаудың көрінісі деп аталады. Көрнекі жалпылау (визуалды және иконикалық) табиғи, объективті себептерге байланысты және адам бақылаушымен де, жазу құрылғыларымен де қабылданады. Дегенмен, жалпылау нәтижесінде пайда болатын көптеген әсерлерді түсіндіру қиын болып қала береді. Оларға, мысалы, «жер асты суреті» әсері және басқа да ауқымды бейнелеу әсерлері жатады. Жоғарыда айтылғандай, мультиспектрлі кескіндер жер бетіндегі объектілерді көрнекі және автоматтандырылған интерпретациялау үшін түрлі түсті синтездеу опцияларын пайдалануға мүмкіндік береді. Көптеген тегін орташа ажыратымдылықтағы кескіндер бар (мысалы, Sentinel-2 бортындағы мультиспектрлі құрал және Landsat-8 бортындағы жұмыс істейтін жерүсті тепловизор). Қазіргі уақытта LANDSAT-5/7/8 (Ержанова, 2021) және SENTINEL-2 (Фири, 2020) жер-серіктері ажыратымдылығы орташа ғарыштық түсірілім деректерінің ең маңызды көлемін қамтамасыз етеді.

Қазіргі уақытта орбиталық сенсорлармен алынған жоғары ажыратымдылықтағы кескіндердің көпшілігі (Ван, 2020) мен өте жоғары ажыратымдылықтағы кескіндердің барлығын (Ван, 2021) жоғары бағаға сатып алу керек. Жұмыстың нәтижелерін ғылыми зерттеулерде және өндірісте қолданылатын кескіндерді талдаудың автоматтандырылған жүйелерінде қолдануға болады. Өнеркәсіпте қолдану өнімнің сапасын талдауға кететін шығынды азайтуға, ал кейбір жағдайларда сапаны жақсартуға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелерді ақпаратты жинау, өңдеу және беру жүйелеріне енгізу ғылыми-техникалық кешеннің дамуына ықпал етеді.

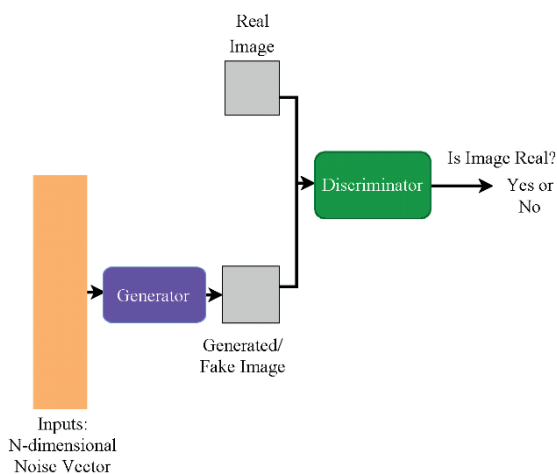
Медицина саласындағы ашық дерекқорлардан алынған рентгендік суреттерді (Лимелин, 2021) зерттеу барысында олардың сапасын арттыру мәселесі туындайды. Дәл визуализация және патологияны анықтау кескіндердің жақсы көрінуіне тікелей байланысты (Зоуч, 2022). Сондықтан

бұл мәселе қай уақытта да өзекті болып қала береді. Қазіргі заманғы жаңа технологиялардың арқасында оларды нейрондық желілер әдістерін (Ямашита, 2020; Доу, 2020) қолдану арқылы өңдеуге болады.

Әдістер мен материалдар

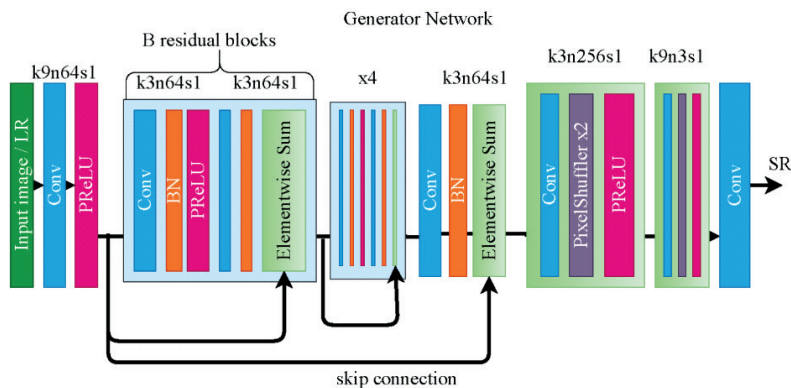
Super High Resolution Single Image (SISR) — төмен ажыратымдылықтағы (LR) кескіннен жоғары ажыратымдылықтағы (HR) кескінді қалпына келтіретін компьютерлік көру тапсырмасы. Оны медициналық бейнелеу, қауіпсіздік және бақылау кескіні сияқты әртүрлі қолданбаларда қолдануға болады. Бұл жұмыста зерттеу нысаны болып табылатын ғылымның әртүрлі салаларындағы маңызды мәселелерді шешу үшін қолданылатын кескіндердің сапасын арттыру, мысалы, химия өнеркәсібіне арналған электронды микроскоптың суреттері, ауыл шаруашылығында қолдану үшін спутниктік суреттер, рентген және компьютерлік томография суреттері, медицина саласы және басқа да көптеген салалар жаңа технологияларды қолдануды талап етеді.

Enhanced Super Resolution GAN архитектурасы (бұдан әрі ESRGAN (Чжоу, 2022)) GAN құрылымына негізделген. Зерттеу барысында кескінді жақсарту үшін модельге VGG19 (Кан, 2020), MobileNet (Джаворек-Коряковский, 2019) және ResNet152V2 (Пан, 2020) сияқты конволюционды нейрондық желілер қосылды. Конволюционды нейрондық желілер қосылған бұл модельдің архитектурасы 1-суретте көрсетілген.



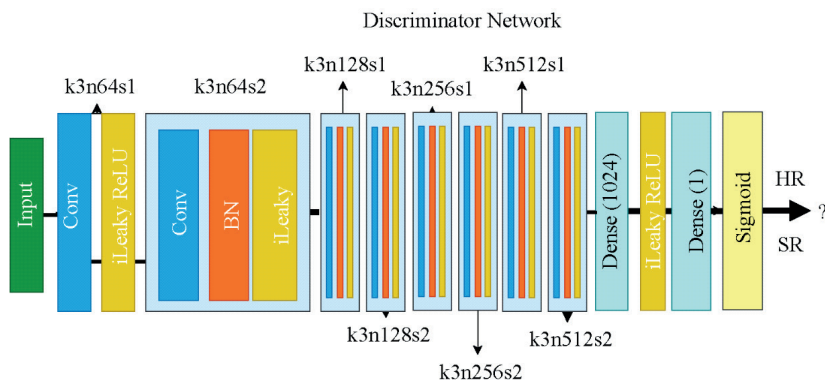
Сур. 1. Конволюциялық нейрондық желілерді қосу арқылы генеративті қарсылас желі архитектурасы
(Fig. 1. Generative Adversarial Network architecture with the addition of convolutional neural networks)

Бұл жұмыста GAN архитектура моделіне қосымша дескриптор қосылған. Бұл дескриптор белсендіру функциясының алдында орындалады. Генеративті қарсылас желі (GAN) үшін жеке іске асыру схемасы төмендегі суретте көрсетілген (2-сурет).



Сур. 2. Генератор желісінің архитектурасы
(Fig. 2. Generator network architecture)

ESRGAN моделі генеративті қарсылас желі ретінде пайдаланылды. Бұл үлгіге кіріс ретінде ажыратымдылығы төмен (LR) кескін, яғни 100x100 өлшемі бар кескін оқытылды. Түпнұсқа кескін ESRGAN үлгісін қолданып оқытылғаннан кейін, ол CNN үлгісін қосу арқылы қайта оқытылды (Сурет 3).



Сур. 3. Функционалдық карталардың (n) және кадамдардың (s) саны бар дискриминатор желілерінің архитектурасы әрбір конволюциондық қабат үшін көрсетілген
(Fig. 3. The architecture of the discriminator networks with the number of feature maps (n) and stride (s) is specified for each convolutional layer)

Бұл мақалада болжанған жалған кескінге көбірек айқындық қосу үшін қабылдаудың жоғалуын (пиксель бойынша) анықтау үшін ESRGAN бар машиналық оқыту моделі пайдаланылды. ESRGAN моделін конволюционды нейрондық желілермен бірге пайдалану тереңірек желілік архитектураларды оқыту қиын болуы мүмкін екенін көрсетті, бірақ олар өте күрделі салыстыруларды модельдеуге мүмкіндік беретіндіктен, желі дәлдігін айтарлықтай жақсартуы мүмкін. Осы терең оқытудың желілік архитектураларды тиімді үйрету үшін ішкі ковариантты ауыстыруға қарсы

тұру үшін пакеттік нормалау (Алрашеди, 2022) жиі пайдаланылады. Желінің тереңірек архитектурасы SISR үшін өнімділікті жақсартады

Нәтижелер және оларды талқылау

Модель ашық дерекқордан алынған 12396 медициналық кескінді, 1715 спутниктік суретті және әртүрлі класстағы 6825 кескінді (мемлекеттік нөмірлер, адам беттері, ғимарат) кескіндерді қамтитын 20936 кескіннің дайындалған деректер базасын пайдалану арқылы оқытылды. Архитектура CNN кеңейтілген оқытумен ESRGAN үлгісінің вариациясы бойынша оқытылды. Бұл ретте ең жақсы өнімділік супер жақсартылған кескіндермен (SR) сәйкестендіруде 97,33 % табысқа жетті. Модельдің таңдалған архитектурасы ғылымның әртүрлі салаларында кескінді төрт есе жақсы сапаға дейін өңдеуге және жақсартуға мүмкіндік береді.

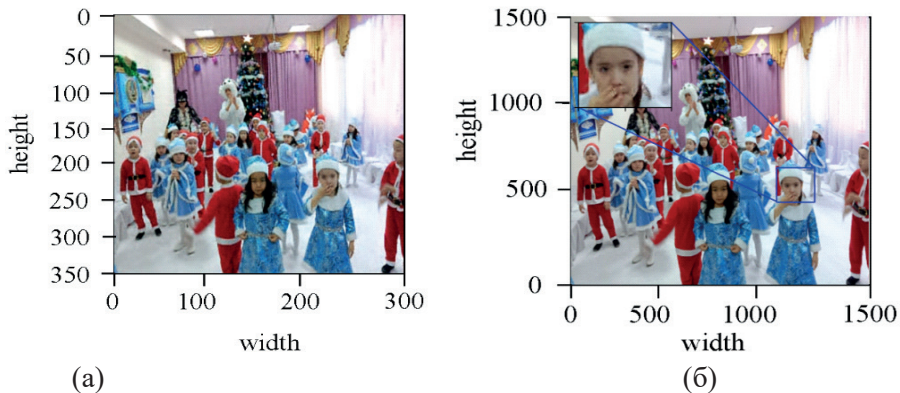
Соңғы жылдары олардың әмбебаптығы мен жоғары тиімділігін көрсететін, бірқатар мәселелерді, соның ішінде кескінді жақсарту саласында шешетін нейрондық желі модельдерін белсенді түрде жетілдіру жүріп жатыр. Осылайша, нейрондық желі тәсілдеріне негізделген кескін сапасын жақсарту алгоритмі жүзеге асырылды. Эксперимент барысында 20936 сурет қарастырылды. Кескін сапасының салыстырмалы жақсаруын көру үшін әртүрлі тақырыптық аймақтардың кескіндері оқытылды. Келесі 100×100 (Сурет 4) кескіндер бастапқы кескіндер ретінде ендірілген.



Сур. 4. 100×100 рұқсатымен түпнұсқа сурет: а – бетті тану үшін бастапқы кескін; б – рентгендік сурет; с – ғарыштық сурет

(Fig. 4. Original image with a resolution of 100×100 : a – source image for face recognition; b – x-ray image; c – space image)

ESRGAN моделін оқыту кезінде алынған кескіндердің сапасы айтарлықтай жақсарған жоқ. Сондықтан бұл модельге ESRGAN+ResNet152V2 нейрондық желі әдістерін қосу арқылы қайта даярлау нәтижесі төмендегі суретте көрсетілген (5-сурет).



Сур. 5. Нәтижелерді салыстыру: а – жоғары ажыратымдылығы жоғары генеративті қарсыластық желілер; б – конволюционды нейрондық желі қосылған жетілдірілген жоғары ажыратымдылықтағы генеративті қарсыластық желілер

(Fig. 5. Comparison of results: a – enhanced super-resolution generative adversarial networks; b – enhanced super-resolution generative adversarial networks with convolutional neural network added)

ESRGAN моделінен алынған кескін нәтижесі 5 (а) — суретте және конволюционды нейрондық желі әдістерін қосу арқылы қайта даярлау нәтижесі 5 (б) — суретте көрсетілген. Конволюциялық нейрондық желі әдістері ретінде MobileNetV2, VGG119, ResNet152V2 әдістері қолданылды. Орташа алғанда, CNN VGG119=147,95, MobileNetV2=86,09, ResNet152V2=48,09 — шамадан тыс орнату кезінде пиксель жоғалуын көрсетті. Тәжірибе нәтижесінде ResNet152V2 әдісімен алынған кескіннің сапасы айтарлықтай жақсарғанын байқаймыз. Нейрондық желілерді пайдалана отырып, кескін сапасын жақсарту мәселесін шешуде конволюционды нейрондық желілер пайдасына таңдау жасалды, өйткені олар кескіндерді жақсартудағы тапсырмаларды орындауда басқаларға қарағанда жақсырақ.

Қорытынды

Деректерді алдын ала оқытылды және Enhanced Super-Resolution Generative Adversarial Networks үлгілерімен және конволюционды нейрондық желілермен (MobileNETV2, VGG19, ResNet152V2) үйлесімде оқытылды. Эксперимент үшін бастапқы сурет ретінде медициналық, спутниктік және басқа суреттер алынды. Конволюционды нейрондық желілерді біріктіріп қолданумен жүргізілген зерттеу жоғары дәлдік ұпайларын көрсетті. Яғни, ESRGAN алгоритмін конволюциялық нейрондық желілермен біріктіріп қолдану, мысалы, орташа есеппен ESRGAN+MobileNETV2 – 91 %, ESRGAN+VGG19 – 86 %, ESRGAN+ResNet152V2 – 96 % дәлдікті көрсетті.

Кескінді жақсарту үшін көптеген ғылыми зерттеулер ESRGAN моделін пайдаланады. Ғылымның әртүрлі салаларында зерттелген бейнелерді жақсарту немесе қалпына келтіру үшін сарапшы ретінде осы саланың мамандары қажет. Кейбір жағдайларда кескіндердегі шу маңызды ақпарат болуы мүмкін. Сондықтан кескіндерді жақсарту кезінде біз маңызды

нысандарды жоғалтуымыз мүмкін. Біздің жұмысымызда сарапшыларды қажет етпейтін таңдалған кескіндер үшін қолданыстағы ESRGAN үлгісіне конволюционды нейрондық желілер қосылды және модельдің өзінен жақсы нәтижеге қол жеткізілді. ResNet152V2 конволюционды нейрондық желіні қосу арқылы есептеулерді орындау кезінде алдын ала дайындалған 20 936 кескінді жақсартып отырып, ESRGAN + ResNet152V2 алгоритмі 96 % дейінгі дәлдік нәтижесін береді.

ӘДЕБИЕТТЕР

Алрашеди Х.Х.Н., Алмансур А.Ф., Ибрахим Д.М. және Хаммудех М.А.А. (2022). BrainGAN: CNN архитектурасы мен үлгілерін пайдалана отырып, мидың МРТ кескінін жасау және жіктеу үшін негіз. Датчиктер, — 22(11), — 4297. — 2022.

Ван Х., Ию К., Ву С., Гу Дж., Лю Ю., Донг С.Л. (2018). Esrgan: Жетілдірілген жоғары ажыратымдылықтағы генеративті қарсылықтық желілер. Компьютерлік көру (ECCV) бойынша еуропалық конференция материалдарында. — 2018

Ван Х., Се Л., Донг С. және Шань Ю. (2021). Real-esrgan: таза синтетикалық деректерді қолдана отырып, нақты әлемдегі зағиптарға арналған супер ажыратымдылықты оқыту. IEEE/cvf Халықаралық компьютерлік көру конференциясының материалдарында. — 2021. —1905–1914 б.

Джаворек-Коряковский Дж., Клечек П., Горгон М. (2019). VGG-19 моделін тасымалдауды үйрену арқылы конволюционды нейрондық желіге негізделген меланома қалыңдығын болжау. Компьютерлік көру және үлгіні тану семинарлары бойынша IEEE/CVF конференциясының материалдарында, — 2019.

Доу Х., Ли С., Ши, К., және Лю, М. (2020). 3D focus-SRGAN желісіне негізделген Жерді қашықтықтан зондтаудың гиперспектрлік кескіндеріне арналған супер ажыратымдылық. Қашықтықтан зондтау, — 2020. — 12 (7). — 1204.

Ержанова А., Қасымова А., Абдикеримова Г., Абдимомынова М., Ташенова З. & Нұрлыбаева Е. (2021). Әртүрлі вегетациялық кезеңдердегі бидайдың өсуінің спектрлік қасиеттерін талдау. Кәсіпорын технологияларының Шығыс-Еуропалық журналы, — 2021. — 6(2). — 114.

Есенова М., Абдикеримова Г., Адилова А., Ержанова А., Какабаев Н., Аязбаев Т., Саттыбаева З., Оспанова Т., (2022). Ауыл шаруашылығы дақылдарының өсуіне кері әсер ететін факторларды ортогональды түрлендіру әдістерімен анықтау. Кәсіпорын технологияларының Шығыс-Еуропалық журналы, — 2022. — 3(2). — 117. — Рр. 39–47.

Есенова М., Абдикеримова Г., Байтемирова Н., Мухамедрахимова Г., Мухамедрахимов Қ., Саттыбаева С., Салғожа И., Ержанова А., (2022). Аэрофотосуреттерде бидайдың өсуіне теріс әсер ететін факторларды анықтау үшін ақпараттық текстуралық ерекшеліктерді қолдану мүмкіндігі. Кәсіпорын технологияларының Шығыс-Еуропалық журналы, — 2022. — 4(2). — 118. — Рр. 51–58.

Зоуч В., Сагга Д., Эхтиуи А., Хемахем Р., Горбел М., Мхири С. және Хамида А.Б. (2022). Терең оқыту үлгілерін пайдалана отырып, КТ және кеуде қуысының рентген суреттерінен COVID-19 анықтау. Биомедициналық инженерия жылнамасы, — 2022. — 50(7). — Рр. 825–835.

Кан Х., Лю Л. және Ма Х. (2020). ESR-GAN: генерациялаушы қарсылық желі арқылы қоршаған орта сигналдарын қалпына келтіруге үйрету. IEEE Internet of Things журналы, — 2020. — 8 (1). — 636–646.

Лемелин М., Жермен М., Буруби Ю. және Сент-Пьер Т. (2021). Спутниктік және аэрофотосуреттерді алу үшін ESRGAN пайдаланудың модельдік мамандануы. Қашықтықтан зондтау, — 2021. — 13 (20). — 4044.

Пан Х., Панг З., Ванг Ю., Ванг Ю. және Чен Л. (2020). Трансферттік оқыту алгоритмі мен дәнекерлеу ақауларына арналған mobilenet моделін біріктіретін кескінді тану және жіктеудің жаңа әдісі. — IEEE Access. — 8. — 119951–119960.

Фири Д., Симванда М., Салекин С., Ниренда В.Р., Мураяма Ю. және Ранагалаг М. (2020). Жер жамылғысы/пайдалану картасына арналған Sentinel-2 деректері: шолу. Қашықтан зондтау, — 2020. — 12(14). — 2291.

Чжоу С.ЮЛ. және Цзинь М. (2022). Төмен дозалы компьютерлік томографияға арналған текстуралық трансформатордың супер ажыратымдылығы. *Biomedical Physics & Engineering Express*, — 2022. — 8(6). — 065024.

Ямашита К. және Марков К. (2020). Жоғары ажыратымдылық әдістерін қолдану арқылы медициналық кескінді жақсарту. In *Computational Science—ICCS 2020: 20-шы халықаралық конференция, Амстердам, Нидерланды, — 3–5 маусым, — 2020 ж., Материалдар, — V 20 бөлім (496–508 беттер)*. Springer халықаралық баспасы.

REFERENCES

Alrashedy H.H.N., Almansour A.F., Ibrahim D.M. & Hammoudeh M.A.A. (2022). BrainGAN: Brain MRI Image Generation and Classification Framework Using GAN Architectures and CNN Models. *Sensors*, — 22(11). — 4297.

Clabaut É., Lemelin M., Germain M., Bouroubi Y. & St-Pierre T. (2021). Model Specialization for the Use of ESRGAN on Satellite and Airborne Imagery. *Remote Sensing*, — 13(20). — 4044.

Dou X., Li C., Shi Q. & Liu M. (2020). Super-resolution for hyperspectral remote sensing images based on the 3D attention-SRGAN network. *Remote Sensing*, — 12(7). — 1204.

Jaworek-Korjakowska J., Kleczek P. & Gorgon M. (2019). Melanoma thickness prediction based on convolutional neural network with VGG-19 model transfer learning. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops*. — 2019.

Kang X., Liu L. & Ma H. (2020). ESR-GAN: Environmental signal reconstruction learning with generative adversarial network. *IEEE Internet of Things Journal*, — 8(1). — 636–646.

Pan H., Pang Z., Wang Y., Wang Y. & Chen L. (2020). A new image recognition and classification method combining transfer learning algorithm and mobilenet model for welding defects. *IEEE Access*, — 8. — 119951–119960.

Phiri D., Simwanda M., Salekin S., Nyirenda V.R., Murayama Y. & Ranagalage M. (2020). Sentinel-2 data for land cover/use mapping: a review. *Remote Sensing*, — 12(14), — 2291.

Wang X., Xie L., Dong C. & Shan Y. (2021). Real-esrgan: Training real-world blind super-resolution with pure synthetic data. In *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*. — Pp. 1905–1914.

Wang X., Yu K., Wu S., Gu J., Liu Y., Dong C. & Change Loy C. (2018). Esrgan: Enhanced super-resolution generative adversarial networks. In *Proceedings of the European conference on computer vision (ECCV) workshops*. — 2018.

Yamashita K. & Markov K. (2020). Medical image enhancement using super resolution methods. In *Computational Science—ICCS 2020: 20th International Conference, Amsterdam, The Netherlands, — June 3–5, — 2020. — Proceedings. — Part V 20. — Pp. 496–508*. Springer International Publishing.

Yerzhanova A., Kassymova A., Abdikerimova G., Abdimomynova M., Tashenova Z. & Nurlybaeva E. (2021). Analysis of the spectral properties of wheat growth in different vegetation periods. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, — 6(2), — 114.

Yessenova M., Abdikerimova G., Adilova A., Yerzhanova A., Kakabayev N., Ayazbaev T., Sattybaeva Z., Ospanova T., (2022). Identification of factors that negatively affect the growth of agricultural crops by methods of orthogonal transformations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(2), — 117, — 39–47.

Yessenova M., Abdikerimova G., Baitemirova N., Mukhamedrakhimova G., Mukhamedrakhimov K., Sattybaeva S., Salgozha I., Yerzhanova A., (2022). The applicability of informative textural features for the detection of factors negatively influencing the growth of wheat on aerial images. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(2), 118, 51–58.

Yessenova, M., Abdikerimova, G., Ayazbaev, T., Murzabekova, G., Ismailova, A., Beldeubayeva,

Z., & Mukhanova, A. (2023). The effectiveness of methods and algorithms for detecting and isolating factors that negatively affect the growth of crops. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*, — 13(2), — 1669–1679.

Zhou S., Yu L. & Jin M. (2022). Texture transformer super-resolution for low-dose computed tomography. *Biomedical Physics & Engineering Express*, — 8(6). — 065024.

Zouch W., Sagga D., Ehtioui A., Khemakhem R., Ghorbel M., Mhiri C. & Hamida A.B. (2022). Detection of COVID-19 from CT and chest X-ray images using deep learning models. *Annals of Biomedical Engineering*, — 50(7), — Pp. 825–835.

МАЗМҰНЫ

Г.Б. Абдикеримова, Р.М. Аманов, Г.Т. Азиева, А.М. Заманбекова, Қ. Жеңсқанқызы <i>МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, АККОРДТЫ ТАҢУ ТАПСЫРМАСЫНДАҒЫ ДЫБЫСТЫ ӨҢДЕУ ӘДІСТЕРІН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ</i>	7
Л.А. Абдыкеримова, Г.Е. Мырзабекова, Г.С. Омарова, Л. Ақзуллақызы, Г.Ш. Мусагулова ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЖҮРЕК ПАТОЛОГИЯСЫН АНЫҚТАУ.....	21
А.Е. Әбжанова, Е.Ә. Әбжанов, А.А. Мырзамуратова, А.Г. Батырханов, А.Б. Бексейтова ҚАШЫҚТАН ЗОНДТАУ АРҚЫЛЫ АЛЫНҒАН ТОПЫРАҚ ЫЛҒАЛДЫЛЫҒЫ.....	35
У.Ж. Айтимова, М.Ж. Айтимов, Э.Н. Тулегенова, А.У. Есиркепова, Ж.Т. Абилдаева СУРЕТТЕН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ ӨРТ ОШАҒЫН АНЫҚТАУ.....	50
К.М. Алдабергенова, М.Ж. Жасұзақова, М.Ж. Айтимов, Н.Т. Мұстафаева, К.К. Дауренбеков АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН ЦИФРЛАНДЫРУ: ДАМУ МҮМКІНДІКТЕРІ МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.....	64
А.С. Баегизова, Г.И. Мухамедрахимова, Ж.Б. Ламашева, А.З. Абдрахманова, Т.Т. Оспанова ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН КЕСКІННІҢ САПАСЫН ЖАҚСARTУ.....	78
Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, М.А. Кантуреева, Н.О. Байгабылов, М.М. Құдабеков ӘЛЕУМЕТТАНУЛЫҚ САУАЛНАМАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРДЕГІ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР.....	91
М.Ә. Берсүгір, Г.У. Маматова, А.А. Нурпейсова, М.Б. Онгарбаева, Ж.Т. Алтынбекова ТЕКСТУРАЛЫҚ ТИПТЕГІ СУРЕТТЕРДІ ЖАҚСARTУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....	104
М.А. Болатбек, К.Д. Байсылбаева, М. Сағынай, Ш.Ж. Мусиралиева, А.Н. Жумаханова ИНТЕРНЕТ КЕҢІСТІГІНДЕГІ ЖАСТАРҒА БАҒЫТТАЛҒАН ДЕСТРУКТИВТІ МӘТІНДЕРДІ ЖИНАҚТАУҒА ҚАЖЕТТІ ПАРСЕР БАҒДАРЛАМАСЫН ӨЗІРЛЕУ.....	117
М.Қ. Болсынбек, Г.Б. Абдикеримова, Г.С. Омарова, А.Б. Остаева, А.Г. Батырханов ТОПЫРАҚ ДАЙЫНДАУДЫ БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ПАЙДАЛАНУ.....	132
Ш.К. Ележанова, А.Г. Батырханов, А.Е. Чукуров, Б.С. Хайржанова, Д.А. Тагиев АҚПАРАТТЫҚ БЕЛГІСІЗДІК ТИПОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫ ІЗДЕУ ТҮРЛЕРІ.....	151
М.М. Есмагамбетова, Т.Т. Оспанова, Л.К. Бобров, Т.Л. Тен, Т.У. Есмагамбетов ҒАРЫШТЫҚ ТӨТЕНШЕ ЖАҒДАЙЛАРДЫ БАҚЫЛАУ КЕСКІНДЕРІН ӨҢДЕУДЕ ТҮСТЕРДІ ӨЛШЕУ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚҰРАЛЫН ТАҢДАУ.....	161

Т.К. Жукабаева, А. Адамова, Б.А. Ху Вен-Цен, Е.М. Марденов, Л.З. Жолшиева СЫМСЫЗ СЕНСОР ЖЕЛІСІНДЕГІ SYBIL ЖӘНЕ WORMHOLE ШАБУЫЛДАРЫН АНЫҚТАУ.....	171
А.А. Исмаилова, Ж.Т. Бельдеубаева, А.А. Нурпейсова, Г.О. Исакова, Ж.З. Жантасова ӨСІМДІК АУРУЛАРЫН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ.....	184
А.Х. Касымова, М.Б. Есенова, М.У. Худойберганов, А.Б. Остаева, М.Г. Байбулова ДАҚЫЛДАРДЫҢ АУРУЛАРЫН ЖІКТЕУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІН ҚОЛДАНУ.....	198
А.Ұ. Мұхиядин, М.У. Мукашева, У.Т. Махажанова, А.А. Муханова, Ж.Б. Ламашева ПРОГРАММАЛЫҚ ҚҰРАЛДАР КӨМЕГІМЕН ЭКСТРЕМАЛДЫ ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДЫҢ ОҚУШЫЛАРҒА ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	209
Б.Б. Оразбаев, Л.Т. Салыбек, К.Н. Оразбаева, Ш.К. Коданова, С.Ш. Исакова МҰНАЙДЫ АЛҒАШҚЫ ӨНДЕУДЕ ЭЛЕКТРОТҰЗСЫЗДАНДЫРЫРУ ЖӘНЕ СУСЫЗДАНДЫРУ ПРОЦЕССТЕРІН ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ ҮШІН МОДЕЛЬДЕР ҚҰРУ ТӘСІЛІ.....	224
С.К. Серикбаева, М.Қ. Болсынбек, А.Д. Абдувалова, А.Т. Абдыхалық, Д.Е. Ануарбек ТОПЫРАҚ САПАСЫН БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУ: АЛГОРИТМДЕР МЕН ӘДІСТЕР.....	237
А.Ж. Танирбергенов, Ж.К. Тасжурекова, С.К. Серикбаева, А.А. Шораев, А.Д. Абдувалова ТОЛЫҚ МӘТІНДІ ҚҰЖАТТАРДЫ ІЗДЕУДІҢ МОДЕЛІ МЕН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ӘДІСТЕРІ.....	253
А.Ә. Таурбекова, Ө.Ж. Мамырбаев, К.Ж. Тұрғанбай СЕЙСМИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТТІ БАҒАЛАУ ҮШІН ГИДРОДИНАМИКАЛЫҚ ТҰРАҚСЫЗДЫҚ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ.....	268
Н. Т. Тұржанов, Ш. К. Ележанова, С. Н. Идрисов, Ж. К. Дюсембина АҚПАРАТТЫҚ ҮДЕРІСТЕРДІҢ РЕИНЖИНИРИНГІНІҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ КУРСЫН ӘЗІРЛЕУ.....	290
В. Шевцов, А. Исмаилова, Ж. Белдеубаева, А. Сатыбалдиева, А. Нурпейсова МЛВА ГЕНОТИПТЕУДІҢ ӘДІСІ ЖӘНЕ ОНЫ ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ АЛГОРИТМДЕРІ РЕТІНДЕГІ ГЕНОМДЫҚ ДЕРЕКТЕРДІ ПАЙДАЛАНУ.....	300
А.Ә. Шекербек, А.А. Некесова, Ж.Ж. Молдашева, А.И. Онгарбаева, А.О. Тохаева ФРАКТАЛДЫҚ ӘДІСПЕН ӨКПЕНІҢ ПАТОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН ТАЛДАУ.....	313

СОДЕРЖАНИЕ

Г.Б. Абдикеримова, Р.М. Аманов, Г.Т. Азиева, А.М. Заманбекова, К. Женсканкызы СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ЗВУКА В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ АККОРДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	7
Л.А. Абдыкеримова, Г.Е. Мурзабекова, Г.С. Омарова, Л. Акзуллакызы, Г.Ш. Мусагулова ОБНАРУЖЕНИЕ СЕРДЕЧНОЙ ПАТОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	21
А.Е. Абжанова, Е.А. Абжанов, А.А. Мырзамуратова, А.Г. Батырханов, А.Б. Бексейтова ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ, ПОЛУЧЕННАЯ ДИСТАНЦИОННЫМ ЗОНДИРОВАНИЕМ.....	35
У.Ж. Айтимова, М.Ж. Айтимов, Э.Н. Тулегенова, А.У. Есиркепова, Ж.Т. Абилдаева ОБНАРУЖЕНИЕ ОЧАГОВ ПОЖАРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ.....	50
К.М. Алдабергенова, М.Ж. Жасузакова, М.Ж. Айтимов, Н.Т. Мустафаева, К.К. Дауренбеков ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....	64
А.С. Баегизова, Г.И. Мухамедрахимова, Ж.Б. Ламашева, А.З. Абдрахманова, Т.Т. Оспанова УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	78
Г.Т. Бекманова, А.С. Омарбекова, М.А. Кантуреева, Н.О. Байгабылов, М.М. Кудабеков ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ОПРОСНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ.....	91
М.А. Берсугир, Г.У. Маматова, А.А. Нурпейсова, М.Б. Онгарбаева, Ж.Т. Алтынбекова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ТЕКСТУРНОГО ТИПА.....	104
М.А. Болатбек, К.Д. Байсылбаева, М. Сагынай, Ш.Ж. Мусиралиева, А.Н. Жумаханова РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПАРСЕРА ДЛЯ СБОРА ДЕСТРУКТИВНЫХ ТЕКСТОВ, ОРИЕНТИРОВАННЫХ НА МОЛОДЕЖЬ В ИНТЕРНЕТ- ПРОСТРАНСТВЕ.....	117
М.К. Болсынбек, Г.Б. Абдикеримова, Г.С. Омарова, А.Б. Остаева, А.Г. Батырханов ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ ПОЧВЫ.....	132
Ш.К. Ележанова, А.Г. Батырханов, А.Е. Чукуров, Б.С. Хайржанова, Д.А. Тагиев ТИПОЛОГИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И ТИПЫ ПОИСКА ИНФОРМАЦИИ.....	151

М.М. Есмагамбетова, Т.Т. Оспанова, Л.К. Бобров, Т.Л. Тен, Т.У. Есмагамбетов ВЫБОР ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ЦВЕТОМЕТРИИ В ОБРАБОТКЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.....	161
Т.К. Жукабаева, А. Адамова, В.А. Ху Вен-Цен, Е.М. Марденов, Л.З. Жолшиева ОБНАРУЖЕНИЕ SYBIL И WORMHOLE АТАК В БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ.....	171
А.А. Исмаилова, Ж.Т. Бельдеубаева, А.А. Нурпейсова, Г.О. Исакова, Ж.З. Жантасова ОБНАРУЖЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ МЕТОДОМ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	184
А.Х. Касымова, М.Б. Есенова, М.У. Худойбергенов, А.Б. Остаева, М.Г. Байбулова ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ БОЛЕЗНЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР.....	198
А.У. Мухиядин, М.У. Мукашева, У.Т. Махажанова, А.А. Муханова, Ж.Б. Ламашева ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА УЧАЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ.....	209
Б.Б. Оразбаев, Л.Т. Салыбек, К.Н. Оразбаева, Ш.К. Коданова, С.Ш. Исакова МЕТОД РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРООБЕССОЛИВАНИЯ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ.....	224
С.К. Серикбаева, М.К. Болсынбек, А.Д. Абдувалова, А.Т. Абдыхалык, Д.Е. Ануарбек ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ: АЛГОРИТМЫ И МЕТОДИКИ.....	237
А.Ж. Танирбергенов, Ж.К. Тасжурекова, С.К. Серикбаева, А.А. Шораев, А.Д. Абдувалова МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ И ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОИСКА ПОЛНОТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ.....	253
А.Ә. Taurbekova, O.Zh. Mamyrbayev, K.Zh. Doshtaev, T.K. Eginbaykyzy HYDRODYNAMIC INSTABILITY MECHANISM PROCESS FOR ASSESSMENT SEISMIC ACTIVITY.....	268
Н.Т. Туржанов, Ш.К. Ележанова, С.Н. Идрисов, Ж.К. Дюсембина РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОГО КУРСА ПО РЕИНЖИНИРИНГУ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ.....	290
В. Шевцов, А. Исмаилова, Ж. Бельдеубаева, А. Сатыбалдиева, А. Нурпейсова MLVA КАК МЕТОД ГЕНОТИПИРОВАНИЯ И АЛГОРИТМЫ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛНОГЕНОМНЫХ ДАННЫХ.....	300
А.А. Шекербек, А.А. Некесова, Ж.Ж. Молдашева, А.И. Онгарбаева, А.О. Тохаева АНАЛИЗ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ЛЕГКИХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФРАКТАЛЬНОГО МЕТОДА.....	313

CONTENTS

G.B. Abdikerimova, R.M. Amanov, G.T. Azieva, A.M. Zamanbekova, K. Zhengskankyzy COMPARATIVE ANALYSIS OF SOUND PROCESSING METHODS IN THE CHORD RECOGNITION PROBLEM USING MACHINE LEARNING.....	7
L. Abdykerimova, G. Murzabekova, G. Omarova, L. Akzullakyyzy, G. Mussagulova DETECTION OF CARDIAC PATHOLOGY USING DEEP LEARNING METHODS.....	21
A.E. Abzhanova, E.A. Abzhanov, A.A. Myrzamuratova, A.G. Batyrkhanov, A.B. Bekseitova SOIL MOISTURE OBTAINED BY REMOTE SENSING.....	35
U. Zh Aitimova, M.Zh. Aitimov, E.N. Tulegenova, A.U. Yessirkepova, Zh.T. Abildaeva FIRE FOCUS DETECTION USING DEEP LEARNING METHODS FROM IMAGE.....	50
K.M. Aldabergenova, M.ZH. Zhasuzakova, M.Zh. Aitimov, N.T. Mustafaeva, K.K. Daurenbekov DIGITALIZATION OF AGRICULTURE: OPPORTUNITIES AND PROSPECTS FOR DEVELOPMENT.....	64
A.S. Baegizova, G.I. Mukhamedrakhimova, Zh.B. Lamasheva, A.Z. Abdrakhmanova, T.T. Ospanova IMPROVE IMAGE QUALITY WITH DEEP LEARNING TECHNIQUES.....	78
G. Bekmanova, A. Omarbekova, M. Kantureyeva, N. Baigabylov, M. Kudabekov INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIOLOGICAL SURVEY RESEARCH.....	91
M.A. Bersugir, G.U. Mamatova, A.A. Nurpeisova, M.B. Ongarbayeva, Zh.T. Altynbekova USING MACHINE LEARNING METHODS TO IMPROVE TEXTURE-TYPE IMAGES.....	104
M. Bolatbek, K. Baisylbaeva, M. Sagynay, Sh. Mussiraliyeva, A. Zhumakhanova DEVELOPMENT OF A PARSER PROGRAM FOR THE ACCUMULATION OF DESTRUCTIVE TEXTS AIMED AT YOUNG PEOPLE IN THE INTERNET SPACE.....	117
M. Bolsynbek, G. Abdikerimova, G. Omarova, A. Ostayeva, A. Batyrkhanov APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO PREDICT SOIL PREPARATION....	132
Sh.K. Yelezhanova, A.G. Batyrkhanov, A.Y. Chukurov, B.S. Khairzhanova, J.A. Taghiyev TYPOLOGY OF INFORMATION UNCERTAINTY AND TYPES OF INFORMATION RETRIEVAL.....	151
M. Yesmagambetova, T. Ospanova, L. Bobrov, T. Ten, T. Yesmagambetov SELECTION OF COLORIMETRY SOFTWARE TOOLS IN IMAGE PROCESSING OF SPACE MONITORING OF EMERGENCY SITUATIONS.....	161
T. Zhukabayeva, A. Adamova, B. Khu Ven-Tsen, Y. Mardenov, L. Zholshiyeva DETECTION OF SYBIL AND WORMHOLE ATTACKS IN A WIRELESS SENSOR NETWORK.....	171
A.A. Ismailova, Zh.T. Beldeubayeva, A.A. Nurpeisova, G.O. Issakova, Zh.Z. Zhantassova	

DETECTION OF PLANT DISEASES USING DEEP LEARNING METHODS.....	184
A.K. Kassymova, M.B. Yessenova, M.U. Khudoyberganov, A.B. Ostayeva, M.G. Baibulova	
APPLICATION OF DEEP LEARNING ALGORITHMS FOR CLASSIFICATION OF DISEASES OF AGRICULTURAL CROPS.....	198
A. Mukhiyadin, M. Mukasheva, U. Makhazhanova, A. Mukhanova, Zh. Lamasheva	
STUDYING THE EFFECTS OF EXTREME DISTANCE EDUCATION ON STUDENTS USING SOFTWARE TOOLS.....	209
B. Orazbayev, L. Salybek, K. Orazbayeva, Sn. Kodanova, S. Iskakova	
METHOD FOR DEVELOPING MODELS FOR OPTIMIZING PROCESSES OF ELECTRICAL DESALTING AND DEHYDRATION DURING PRIMARY OIL PROCESSING.....	224
S.Serikbayeva, M.Bolsynbek, A. Abduvalova, A. Abdykhalyk, D. Anuarbek	
APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO PREDICT SOIL QUALITY: ALGORITHMS AND TECHNIQUES.....	237
A. Tanirbergenov, Zh. Tashhurekova, S. Serikbayeva, A. Shorayev, A. Abduvalova	
METHODS OF CONSTRUCTING A MODEL AND AN INFORMATION SYSTEM FOR SEARCHING FULL-TEXT DOCUMENTS.....	253
A.Ə. Taurbekova, O.Zh. Mamyrbayev, K.Zh. Doshtaev, T.K. Eginbaykyzy	
HYDRODYNAMIC INSTABILITY MECHANISM PROCESS FOR ASSESSMENT SEISMIC ACTIVITY.....	268
N.T. Turzhanov, Sh.K. Yelezhanova, S.N. Idrissov, Zh.K. Dyussembina	
DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE COURSE REENGINEERING OF INFORMATION PROCESSES.....	290
V. Shevtsov, A. Ismailova, Zh. Beldeubayeva, A. Satybaldiyeva, A. Nurpeisova	
MLVA AS A METHOD OF GENOTYPING AND ALGORITHMS FOR ITS IMPLEMENTATION USING GENOME-WIDE DATA.....	300
A.A. Shekerbek, A.A. Nekesova, Zh.Zh. Moldasheva, A.I. Ongarbayeva, A. Tokhaeva	
ANALYSIS OF PATHOLOGICAL CONDITIONS OF THE LUNG USING THE FRACTAL METHOD.....	313

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

**www.nauka-nanrk.kz
<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>
ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)**

Подписано в печать 28.12.2023.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
21,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.

*РОО «Национальная академия наук РК» 050010,
Алматы, ул. Шевченко, 28, т. 272-13-19*