

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**

1 (349)

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

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

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

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

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

«Известия НАН РК. Серия физика и информатики».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

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

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

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

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

EDITOR IN CHIEF:

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

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

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

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Series of physics and informatics.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

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

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

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 1. Number 349 (2024). 192–211

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.251>

MPHTИ 28.23.15

УДК 004.932.72'1

© **M.Zh. Kaldarova**^{1,2*}, **A.S. Akanova**¹, **A.E. Nazyrova**², **A.S. Mukanova**²,
G.K. Muratova¹, 2024

¹S. Seifullin Kazakh agrotechnical research university, Astana, Kazakhstan;

²Astana International University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: kmiraj82@mail.ru

DETERMINING FORESTRY BOUNDARIES USING MACHINE LEARNING

Kaldarova Mira Zhorabekkyzy — doctoral student, S. Seifullin Kazakh agrotechnical research university. 010000. +77014256895, Astana, Kazakhstan; senior lecture, Astana International University. 010000. Astana, Kazakhstan

E-mail: kmiraj82@mail.ru; ORCID ID: 0000-0001-7494-9794;

Akanova Akerke Saparovna — PhD, Senior lecturer, S. Seifullin Kazakh agrotechnical research university. 010000. Astana, Kazakhstan

E-mail: akerkegansaj@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-7178-2121;

Nazyrova Aizhan Esbolovna — Senior lecture, Astana International University. 010000. Astana, Kazakhstan

E-mail: ayzhan.nazyrova@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-9162-6791;

Mukanova Assel Serikovna — PhD, acting associate professor, Astana International University. 010000. Astana, Kazakhstan

E-mail: assel.mukanova@aiu.edu.kz; ORCID ID: 0000-0002-8964-3891;

Muratova Gulzhan Klyshevna — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, acting associate professor, S. Seifullin Kazakh agrotechnical research university, 010000. Astana, Kazakhstan

E-mail: mugk@mail.ru; ORCID ID: 0000-0001-7131-577X.

Abstract. The presented research in this work is dedicated to the development of an innovative algorithm for detecting boundaries of forest management using machine learning methods. The primary tool for image processing is a neural network built using Keras and TensorFlow libraries. The algorithm's implementation has been formatted into a web service, providing access to this innovative tool for numerous users. The research's objective was to create a universal web service offering a simple and effective way to detect forest management boundaries. The dataset chosen for algorithm training and testing includes diverse images of forested areas taken at various periods and under different conditions. This dataset was divided into training and testing sets in an 80/20 ratio, resulting in a high algorithm accuracy of 85 % on the test set. The web service interface has been

designed with user convenience in mind, allowing them to upload images of forested areas and obtain precise processing results, including highlighted boundaries of forest management. This service aims to be a valuable tool for a wide range of professionals, including forest managers, ecologists, representatives of government agencies, and other stakeholders working with forest resources. One of the key success elements of the algorithm is its classification performed by the support vector machine (SVM) algorithm. Additionally, the analysis includes vegetation indices along with multispectral bands, significantly enhancing the accuracy of forest vegetation detection. In conclusion, the developed web service represents a unique and integrated tool contributing to effective forest resource management and monitoring, providing accuracy and accessibility in a single package.

Keywords: algorithm, boundary detection, forestry, image processing, classification, segmentation

©М.Ж. Қалдарова^{1,2*}, А.С. Аканова¹, А.Е. Назырова², А.С. Муканова²,
Г.К. Муратова¹, 2024

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан;

²Астана халықаралық университеті, Астана, Қазақстан.
E-mail: kmiraj82@mail.ru

MACHINE LEARNING КӨМЕГІМЕН ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫНЫҢ ШЕКАРАЛАРЫН АНЫҚТАУ

Қалдарова Мира Жорабекқызы — докторант, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті. 010000. Астана, Қазақстан; аға оқытушы, Астана халықаралық университеті. 010000. Астана, Қазақстан

E-mail: kmiraj82@mail.ru; ORCID ID: 0000-0001-7494-9794;

Аканова Акерке Сапаровна — PhD, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті. 010000. Астана, Қазақстан

E-mail: akerkegansaj@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-7178-2121;

Назырова Айжан Есболовна — аға оқытушы, Астана халықаралық университеті. 010000. Астана, Қазақстан

E-mail: ayzhan.nazyrova@gmail.com; ORCID ID: 0000-0002-9162-6791;

Муканова Асель Сериковна — PhD, доцент м.а., Астана халықаралық университеті. 010000. Астана, Қазақстан

E-mail: assel.mukanova@aiu.edu.kz; ORCID ID: 0000-0002-8964-3891;

Муратова Гульжан Клышевна — физика-математика ғылымдарының кандидаты, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті. 010000. Астана, Қазақстан

E-mail: mugk@mail.ru; ORCID ID: 0000-0001-7131-577X.

Аннотация. Осы жұмыста ұсынылған зерттеу Машиналық оқыту әдістерін қолдана отырып, орман пайдалану шекараларын анықтаудың инновациялық алгоритмін жасауға арналған. Кескінді өңдеудің негізгі құралы – keras және TensorFlow кітапханалары арқылы құрылған нейрондық желі. Алгоритмді енгізу көптеген пайдаланушыларға осы инновациялық құралға қол жеткізуге

мүмкіндік беретін веб-қызмет ретінде пішімделді. Зерттеудің мақсаты орманды пайдалану шекараларын анықтаудың қарапайым және тиімді әдісін ұсынатын әмбебап веб-қызметті құру болды. Алгоритмді оқыту және сынау үшін таңдалған деректер жиынтығы әртүрлі уақытта және әртүрлі жағдайларда түсірілген орман алқаптарының әртүрлі кескіндерін қамтиды. Бұл деректер жиынтығы 80/20 қатынасында оқыту және сынақ жиынтықтарына бөлінді, бұл алгоритмнің жоғары дәлдігіне әкелді - сынақ жиынтығында 85 %. Веб-сервис интерфейсі пайдаланушылардың ыңғайлылығын ескере отырып жасалған, бұл оларға орман алқаптарының суреттерін жүктеуге және орманды пайдаланудың арнайы шекараларын қоса алғанда, нақты өңдеу нәтижелерін алуға мүмкіндік береді. Бұл қызмет орман менеджерлерін, экологтарды, мемлекеттік органдардың өкілдерін және орман ресурстарымен жұмыс істейтін басқа да мүдделі тараптарды қоса алғанда, көптеген мамандар үшін құнды құрал болуға бағытталған. Алгоритмнің сәттілігінің негізгі элементтерінің бірі-оның анықтамалық векторлық машина (SVM) алгоритмі арқылы орындалатын жіктелуі. Сонымен қатар, талдау көп спектрлі диапазондармен қатар өсімдік индекстерін қамтиды, бұл орман өсімдіктерін анықтау дәлдігін айтарлықтай жақсартады. Нәтижесінде, әзірленген веб-қызмет Бірыңғай пакетте дәлдік пен қолжетімділікті қамтамасыз ететін орман ресурстарын тиімді басқаруға және бақылауға ықпал ететін бірегей және біріктірілген құрал болып табылады.

Түйін сөздер: алгоритм, шекараны анықтау, орман шаруашылығы, кескінді өңдеу, жіктеу, сегменттеу

© М.Ж. Калдарова^{1,2*}, А.С. Аканова¹, А.Е. Назырова², А.С. Муканова²,
Г.К. Муратова¹, 2024

¹Казахский агротехнический исследовательский университет имени
С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

²Международный университет Астана, Астана, Казахстан
E-mail: *kmiraj82@mail.ru*

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА С ПОМОЩЬЮ MACHINE LEARNING

Калдарова Мира Жорабековна — докторант, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина. 010000, Астана, Казахстан; старший преподаватель, Международный университет Астана, 010000, Астана, Казахстан
E-mail: *kmiraj82@mail.ru*. ORCID ID: 0000-0001-7494-9794;

Аканова Акерке Сапаровна — PhD, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина. 010000, Астана, Казахстан
E-mail: *akerkegansaj@mail.ru*. ORCID ID: 0000-0002-7178-2121;

Назырова Айжан Есболовна — старший преподаватель, Международный университет Астана, 010000, Астана, Казахстан
E-mail: *ayzhan.nazyrova@gmail.com*. ORCID ID: 0000-0002-9162-6791;

Муканова Асель Сериковна — PhD, ассоциированный профессор, Международный университет Астана, 010000, Астана, Казахстан

E-mail: assel.mukanova@aiu.edu.kz. ORCID ID: [0000-0002-8964-3891](https://orcid.org/0000-0002-8964-3891);

Муратова Гульжан Клышевна — кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор, Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина. 010000, Астана, Казахстан

E-mail: mugk@mail.ru. ORCID ID: [0000-0001-7131-577X](https://orcid.org/0000-0001-7131-577X).

Аннотация. Представленное в данной работе исследование посвящено разработке инновационного алгоритма обнаружения границ лесных хозяйств с использованием методов машинного обучения. Основным инструментом для обработки изображений стала нейронная сеть, построенная с использованием библиотек Keras и TensorFlow. Реализация алгоритма была оформлена в виде веб-сервиса, обеспечивающего доступ многочисленным пользователям к этому инновационному инструменту. Целью исследования было создание универсального веб-сервиса, предоставляющего простой и эффективный способ обнаружения границ лесных хозяйств. Набор данных, выбранный для обучения и тестирования алгоритма, включает разнообразные изображения лесных участков, снятые в различные периоды и в различных условиях. Этот набор данных был разделен на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80/20, что позволило достичь высокой точности алгоритма на тестовой выборке – 85 %. Интерфейс веб-сервиса разработан с учетом удобства пользователей, позволяя им загружать изображения лесных участков и получать точные результаты обработки, включая выделенные границы лесных хозяйств. Этот сервис призван стать ценным инструментом для широкого круга специалистов, включая лесных управляющих, экологов и представителей государственных органов, а также других заинтересованных лиц, работающих с лесными ресурсами. Одним из ключевых элементов успеха алгоритма стала его классификация, осуществляемая алгоритмом машин опорных векторов (SVM). Дополнительно, в анализ включены индексы растительности вместе с мультиспектральными полосами, что значительно повысило точность обнаружения лесной растительности. В результате, разработанный веб-сервис представляет собой уникальный интегрированный инструмент, содействующий эффективному управлению и мониторингу лесными ресурсами, обеспечивая точность и доступность в одном пакете.

Ключевые слова: алгоритм, обнаружение границ, лесное хозяйство, обработка изображений, классификация, сегментация

Введение

В настоящее время, лесное хозяйство является одной из наиболее важных отраслей сельского хозяйства, в том числе благодаря растущей потребности в экологически чистой продукции, древесных материалах и биомассе. Однако, эффективное управление лесными ресурсами требует точной и своевременной информации об их состоянии и распределении.

Анализ спутниковых и аэрокосмических изображений в ГИС позволяет важным образом обнаружить границы лесного хозяйства, что является важным аспектом сельскохозяйственной и экологической оценки лесных участков. Точное определение границ лесного хозяйства позволяет избежать неправомерной рубки леса и обеспечить сохранение ценных природных ресурсов (Черниковский и др., 2019). В последние годы разработано множество алгоритмов и методов для автоматического обнаружения границ лесного хозяйства на основе анализа различных изображений, таких как аэрофотоснимки или спутниковые снимки.

Это исследование нацелено на создание алгоритма для точного обнаружения границ лесного хозяйства. Процесс начинается с изучения существующих методов и алгоритмов в области геоинформационных систем, чтобы выявить их сильные и слабые стороны и применить полученные знания при разработке нового метода. Затем следует этап сбора и анализа данных, включающий спутниковые изображения, карты лесов и другие ресурсы. Новый алгоритм разрабатывается с учетом узких мест и преимуществ предыдущих подходов, а затем тестируется на реальных данных. После проверки эффективности и точности алгоритма проводится оценка его потенциала и применимости в различных сценариях и масштабах. В целом, разработка алгоритма по обнаружению границ лесного хозяйства представляет собой актуальную и перспективную тему для исследований, которая может привести к созданию новых инструментов для управления лесными ресурсами и сохранения природных экосистем.

Существуют различные методы обработки цифровых высотных моделей (ЦВМ) и спутниковых снимков для обнаружения границ лесных массивов. Один из методов основан на анализе ЦВМ с использованием метода лазерного сканирования. Лесные массивы обычно имеют специфические характеристики, такие как низкие высоты и плавный рельеф. Путем выделения участков с определенными высотами и наклонами, можно обнаружить границы лесных массивов и создать более точные карты и модели территории. Лесные массивы обычно отличаются зеленым цветом, который можно выделить на спутниковых изображениях. Это может осуществляться через различные алгоритмы классификации, такие как по пороговым значениям или с применением нейронных сетей. Классификация пикселей на изображении позволяет присваивать пиксели определенным классам, таким как лес, земля, вода и т.д., в зависимости от их характеристик и предназначенных параметров. Также можно использовать метод измерения изменений на поверхности Земли, включая изменения лесного покрова и земельных участков. Для этого необходимо сравнить спутниковые снимки, полученные в разные временные интервалы, и выделить области, где произошли изменения. Еще одно из важным методом является использование дополнительных географических данных, таких как данные о климате, почве и рельефе. Эти данные могут

помочь уточнить информацию, полученную из спутниковых снимков (Liakos и др., 2018), и повысить точность обнаружения границ лесных массивов.

Все эти методы играют важную роль в обработке данных и обнаружении границ лесных массивов, что позволяет проводить детальный анализ лесов и сопутствующих территорий.

Методы обработки данных, полученных с использованием лидарной технологии, играют важную роль при извлечении информации о рельефе и лесном покрове. Основные подходы в обработке лидарных данных включают в себя создание моделей рельефа, что позволяет получить точные высотные карты земной поверхности на основе этой информации. Кроме того, лидарные данные используются для обнаружения объектов, определения высоты крон деревьев, анализа плотности лесных массивов и расчета объема леса. Важным аспектом является комбинирование различных источников данных, таких как цветные высотные модели (ЦВМ) и спутниковые снимки. Эти методы комбинированной обработки позволяют достичь более точных результатов, объединяя информацию из разных источников и уменьшая возможные ошибки, вызванные особенностями каждого метода. Однако при использовании комбинированных методов необходимо учесть потенциальные искажения, связанные с сочетанием различных источников данных, а также сложность алгоритмов обработки и анализа полученной информации. Кроме того, для обнаружения границ лесного хозяйства, можно применять методы, основанные на искусственном интеллекте, чтобы улучшить точность и эффективность этого процесса.

В исследовании (Buján Seoane и др., 2021) предлагается метод автоматического обнаружения границ лесного хозяйства с использованием данных с LiDAR с применением инструмента иерархически-гибридной классификации (HyClass), ориентированной на объекты. Алгоритм включает в себя сегментацию изображений, извлечение признаков объектов и классификацию для определения границ лесного хозяйства. Инструмент дерева решений HyClass показал общую точность классификации 96,5 % с доверительным интервалом 94,0–97,6 %. Авторы (Zhang и др., 2022) в своих исследовании предлагает метод сегментации и идентификации отдельных деревьев на основе улучшенной маски R-CNN. Результаты показали, что показатель F1 и mAP для хвойных пород превышали 90 %, а для широколиственных пород находились в пределах 75–85,44 %. Алгоритм объединяет мультимасштабную сегментацию и модель активного контура для точного обнаружения границ лесного хозяйства. В исследовании (Zheng и др., 2022) представлен алгоритм распознавания БПЛА при мониторинге лесных пожаров, он может обрабатывать данные видеозаписей, в режиме реального времени, что позволяет отслеживать и распознавать риск лесного пожара и точно определять его местоположение.

В данном исследовании предлагается алгоритм обнаружения границ леса на

основе глубокого обучения и морфологических операций. Авторы используют сверточные нейронные сети для извлечения признаков из аэрофотоснимков, а затем применяют морфологические операции для отделения границ горящего леса от фона. В данном исследовании (Caffaratti и др., 2021) были разработаны различные модели классификации, включая сверточные нейронные сети (CNN), ансамбли случайного леса (RF) и машины опорных векторов (SVM), для обнаружения лесов в данных дистанционного зондирования. При разработке моделей были использованы специально созданные архитектуры CNN, а также альтернативные методы извлечения признаков для поддержки RF и SVM. В результате проведенных экспериментов эти модели показали многообещающие результаты по точности и обобщаемости, а также снизили необходимость в интервенции человека при описании данных на этапах обучения и классификации.

Сбор данных с помощью дистанционного зондирования, таких как SRTM и Landsat 8, предоставляет информацию в форме радиолокационных, оптических и тепловых данных. Использование этой информации для распознавания закономерностей является сложной задачей для экспертов. Однако методы машинного обучения предлагают автоматизированный подход для обнаружения этих закономерностей путем обучения моделей. Методы машинного обучения были применены для распознавания лесных образцов. Алгоритм Random Forest (RF) использовался для определения видов деревьев в Австралии (Shang и др., 2013), использование случайной лесной классификации для интерпретации земного покрова изображений Landsat в Прикарпатской области Украины (Токаг и др., 2018), для расчета вырубки лесов на определенной лесной территории в Эфиопии (Yahya и др., 2020) и для выявления водно-болотных угодий в крупных географических регионах (Felton и др., 2019). Некоторые ученые использовали многослойный перцептрон с данными SRTM и Landsat-8 для распознавания лесных массивов. Машины опорных векторов (SVM) использовались в нескольких приложениях, таких как классификация изменений лесного покрова (Sesnie и др., 2008; Rash и др., 2023) в Курдистане, Ирак.

Существующие методы обнаружения границ лесного хозяйства в ГИС имеют определенные ограничения и проблемы, такие как недостаточная точность, сложность использования и невозможность обнаружения границ на изображениях с низким разрешением. Поэтому разработка новых алгоритмов для обнаружения границ лесного хозяйства является актуальной задачей, которая позволит повысить эффективность использования лесных ресурсов и защитить их от неправомерной деятельности.

Методы и методология

Анализ требований к алгоритму является важным шагом в разработке любого программного продукта.

Существующие методы обнаружения границ лесного хозяйства в ГИС

имеют свои преимущества и ограничения, которые могут приводить к проблемам и недостаткам при их использовании. Сравнение нескольких методов позволяет провести анализ их преимуществ и недостатков. В зависимости от конкретной области и задачи, каждый метод может иметь свои преимущества, анализ которых поможет определить наиболее подходящий вариант.

Пороговый метод: основан на установлении порогового значения, разделяющего объекты на лесные и нелесные. Объекты, со значениями выше порога, считаются лесом, ниже - не лесом.

Метод К-средних: осуществляет кластеризацию объектов на К кластеров так, чтобы внутри каждого объекты были похожи, а между кластерами – различались.

Метод опорных векторов (SVM): машина определения категорий, строящая гиперплоскость для разделения объектов разных классов

Метод случайного леса: использует множество решающих деревьев, комбинируя результаты для окончательного определения.

Метод глубокого обучения (нейронные сети): использует искусственные нейронные сети для обучения на больших объемах данных, включая классификацию объектов и обнаружение границ леса. В таблице 1. представлены различные методы для выявления границ лесного хозяйства

Таблица 1. Сравнение методов обнаружения границ лесного хозяйства

Методы	Точность	Скорость	Сложность использования	Требования к оборудованию	Возможность обработки больших объемов данных	Стоимость
Пороговый метод	0,95	Средняя	Высокая	Высокие требования	Нет	Высокая
Метод К-средних	0,87	Высокая	Низкая	Низкие требования	Да	Низкая
Метод опорных векторов (SVM)	0,92	Средняя	Средняя	Средние требования	Нет	Средняя
Метод случайного леса	0,96	Высокая	Средняя	Высокие требования	Да	Высокая
Метод глубокого обучения (нейронные сети)	0,89	Низкая	Низкая	Низкие требования	Нет	Низкая

Из таблицы видно, что каждый метод имеет свои плюсы и минусы. Например, методы, использующие нейронные сети или обработку спутниковых снимков, обладают высокой точностью в обнаружении границ лесов, но требуют значительных ресурсов и времени для реализации. С другой стороны, методы, основанные на цветных высотных моделях, могут быть менее точными, но более оперативными и требовательными к вычислительным ресурсам.

При обнаружении границ лесного хозяйства в ГИС возникают различные проблемы, которые могут затруднять процесс и влиять на точность результатов. Некоторые из этих проблем включают:

- Использование низкокачественных данных, таких как размытые или шумные изображения, может приводить к ошибкам в обнаружении границ.
- Неполное учет факторов, например, типа почвы или климатических условий, может приводить к неточным результатам.
- Некоторые методы обнаружения границ могут давать только приблизительные результаты, что может быть недостаточно точным для конкретных задач.
- Некоторые методы требуют экспертной оценки результатов, что может быть трудоемким и затратным процессом.
- Некоторые методы могут быть сложными для использования на практике, особенно если требуются специализированные знания и навыки.
- Некоторые методы могут работать только с определенными типами данных, ограничивая их применение.
- Многие методы могут быть чувствительными к условиям освещения, что ограничивает их применение в различные времена суток.
- Некоторые методы могут быть дорогостоящими, особенно если требуется специализированное оборудование.
- Некоторые методы требуют большого времени для обработки данных, что затрудняет быстрое принятие решений.
- Некоторые методы требуют значительного участия оператора, что замедляет процесс и увеличивает вероятность ошибок.

В исследовании анализ требований проводится для определения ключевых функциональных и нефункциональных требований, которые должен удовлетворять алгоритм для обнаружения границ лесного хозяйства в ГИС (Исрафилов, 2017).

По функциональному требованию разрабатываемый алгоритм включают в себя следующие:

1. обнаружение границ лесного хозяйства на основе анализа спутниковых изображений;
2. устранение шума и других помех на изображениях, чтобы повысить точность обнаружения границ;
3. разделение областей лесного хозяйства и других земельных использований на изображении;
4. построение точной карты границ лесного хозяйства на основе обработанных изображений.

Нефункциональные требования определяют ограничения и ожидания, которые не относятся непосредственно к функциональности алгоритма. Они включают в себя следующие:

1. точность: алгоритм должен иметь высокую точность при обнаружении границ лесного хозяйства;

2. эффективность: алгоритм должен работать быстро и не требовать больших вычислительных мощностей;

3. удобство использования: алгоритм должен быть прост в использовании и иметь понятный интерфейс;

4. масштабируемость: алгоритм должен работать на различных масштабах изображений и быть применимым для различных областей лесного хозяйства.

Анализ требований к алгоритму позволяет определить ключевые характеристики, которые должны быть учтены при разработке алгоритма. Основная идея исследования заключается в использовании геоданных, которые предоставляют информацию о лесном покрове на территории и области, где он находится. Эти данные используются в нейронных сетях, которые обучаются распознавать границы лесного хозяйства и строить карту, отображающую их на геопространственной оси.

Процесс обучения включает в себя несколько этапов:

- Подготовка данных: это может включать в себя сбор и подготовку данных, а также их разбиение на обучающую, валидационную и тестовую выборки.

- Выбор модели: на этом этапе выбирается архитектура модели, которая будет использоваться для решения задачи.

- Обучение модели: модель обучается на обучающей выборке с использованием алгоритма оптимизации, который настраивает веса модели для минимизации функции потерь.

- Оценка модели: модель оценивается на валидационной выборке, чтобы определить ее точность и выявить возможные проблемы.

- Тестирование модели: на последнем этапе модель проверяется на тестовой выборке, чтобы убедиться в ее работоспособности и точности предсказаний.

Алгоритм имеет следующие преимущества:

1. высокая точность: использование комбинации методов классификации и анализа текстур позволяет повысить точность обнаружения границ лесного хозяйства;

2. высокая скорость: данный алгоритм является быстрым и эффективным в обработке больших объемов данных;

3. простота использования: алгоритм прост в использовании и не требует специализированных знаний и навыков;

4. адаптивность: алгоритм может быть легко адаптирован к различным типам данных и различным условиям обнаружения границ лесного хозяйства.

Таким образом, предложенный алгоритм может быть использован для более эффективного обнаружения границ лесного хозяйства в ГИС и имеет потенциал для использования в практических приложениях.

Для решения задачи обнаружения границ лесных хозяйств на изображении использована библиотека NumPy для обработки массивов данных, в частности, для работы с матрицами, что позволило эффективно использовать сверточные нейронные сети в задачах обработки изображений.

Сначала были загружены изображения в формате JPEG с помощью библиотеки Pillow и преобразованы в формат массивов Numpy. Затем, с использованием методов библиотеки Numpy, изображения были подготовлены к обработке сетью. Это включало в себя изменение размера изображений, нормализацию значений пикселей, разделение выборок на обучающую и тестовую.

Данный процесс (на рисунке 1.) представляет собой обработку изображения, где сначала происходит преобразование в цветовое пространство HSV, затем определение и пороговая обработка оранжевых пикселей, применение медианного фильтра для удаления шума, поиск и наложение контуров оранжевой области на исходное изображение, что позволяет визуально выделить интересующие объекты.

```
import cv2
import numpy as np

img = cv2.imread('img_1.jpg')

hsv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)

lower_orange = np.array([5, 50, 50])
upper_orange = np.array([15, 255, 255])

mask = cv2.inRange(hsv, lower_orange, upper_orange)

mask = cv2.medianBlur(mask, 5)

contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

cv2.drawContours(img, contours, -1, (0, 165, 255), 2)

cv2.imshow('Orange Color Detection', img)
cv2.waitKey(0)
cv2.destroyAllWindows()
```

Рисунок 1. Использование алгоритма обработки изображения в коде

Также, библиотека Numpy использовалась для выполнения математических операций и преобразований на массивах данных, необходимых для работы сверточных нейронных сетей, таких как вычисление свертки изображения с ядром фильтра, уменьшение размерности изображения с помощью слоев пулинга и других операций. С помощью OpenCV выполнено различные операции (Жарников и др., 2013): чтения и загрузки изображений в формате JPEG и PNG; преобразования изображений из одного цветового пространства в другое (например, из RGB в оттенки серого или HSV) (Ansari и др., 2019); обнаружения и выделения контуров на изображении для дальнейшего анализа; применения различных фильтров (например, медианный фильтр или фильтр

Гаусса) для сглаживания изображения и устранения шума; выполнения операций морфологической обработки, таких как нахождение границ и изменение размеров объектов на изображении; применения алгоритмов сегментации изображений для выделения нужных объектов на фоне изображения; отрисовки различных графических элементов на изображении, таких как прямоугольники, окружности и линии.

Процесс обработки изображений, представленный на рисунке 2, включает несколько ключевых этапов. Сначала происходит загрузка изображения, которое затем считывается при помощи библиотеки OpenCV. После этого происходит преобразование изображения в цветовое пространство HSV, где определяется диапазон зеленого цвета. Следующий этап включает пороговую обработку изображения для выделения только зеленых пикселей, а затем применение медианного фильтра для удаления шума. Далее осуществляется поиск контуров зеленых областей и их отображение на исходном изображении. В конце алгоритм включает этап преобразования изображения обратно в формат JPEG для отображения окончательного результата

```
from django.shortcuts import render
import cv2
import numpy as np
import time

def greencolor(request):
    if request.method == 'POST':
        image_file = request.FILES['image']

        npimg = np.frombuffer(image_file.read(), np.uint8)
        img = cv2.imdecode(npimg, cv2.IMREAD_COLOR)
        hsv = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2HSV)

        lower_green = np.array([40, 40, 40])
        upper_green = np.array([70, 255, 255])

        mask = cv2.inRange(hsv, lower_green, upper_green)
        mask = cv2.medianBlur(mask, 5)

        contours, hierarchy = cv2.findContours(mask, cv2.RETR_TREE, cv2.CHAIN_APPROX_SIMPLE)

        img_copy = img.copy()
        cv2.drawContours(img_copy, contours, -1, (0, 255, 0), 2)

        _, jpeg = cv2.imencode('.jpg', img_copy)
        timestamp = int(time.time())
        return render(request, 'greencolor.html', {'image': jpeg.tobytes(), 'timestamp': timestamp })

    return render(request, 'greencolor.html')
```

Рисунок 2. Процесс обработки

Данный алгоритм реализован в виде веб-сервиса, который будет принимать на вход изображения, содержащие лесные массивы, и возвращать на выходе обработанные изображения, на которых будет отмечена граница лесного хозяйства.

В процессе исследования происходит преобработка данных, включающая очистку от ошибок, выбросов, пропусков и дубликатов, а также приведение к единому формату и шкале измерения.

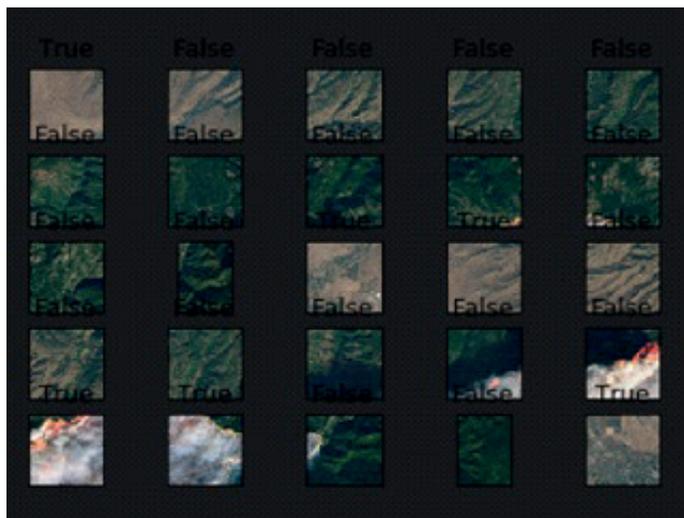


Рисунок 3. Обучение модели

После предобработки данные готовы для использования в обучении нейронной сети (рисунок 3).

В рамках исследовательской работы по определению границ лесного участка были проведены следующие этапы подготовки данных для обучения модели:

Импорт данных: Были загружены данные из первоначальных источников, включая картографические изображения лесного хозяйства и соответствующие им снимки границ лесных участков

Изменение размеров изображений: Поскольку изначальные изображения имели различные размеры, их привели к единому формату, обеспечив одинаковое количество пикселей для обеспечения их совместимости с моделью.

Разделение данных: Исходный набор данных был разделен на две части – тренировочный и тестовый в соотношении 80:20. Это позволило обучить модель на тренировочных данных и оценить ее точность на тестовых данных

Нормализация данных: Значения пикселей изображений были нормализованы, чтобы привести их к диапазону от 0 до 1. Это упростило процесс обучения модели и повысило ее эффективность.

Аугментация данных: Для улучшения качества модели и ее способности к обобщению была применена аугментация данных. Она включала разнообразные преобразования, такие как повороты, изменения масштаба, сдвиги и отражения изображений. Разделение данных на обучающую и тестовую выборки для проверки точности модели. Также важным этапом является отбор наиболее информативных переменных, что способствует повышению качества модели и сокращению времени обучения, исключая неинформативные параметры, усложняющие анализ данных.

Для исследовательской работы был создан набор данных, включающий изображения лесных массивов с разнообразными характеристиками: типы растительности, плотность, месторасположение и другие факторы. Для обучения модели использовалась нейронная сеть, разработанная с помощью фреймворка Keras на базе TensorFlow. Для формирования набора данных изображений лесных участков использовались высокоразрешенные спутниковые снимки, полученные через системы наблюдения Земли, такие как Landsat и Sentinel. После получения снимков они обрабатывались с использованием программного обеспечения, такого как QGIS и ArcGIS, для удаления шума, теней и облачности. Применялись также индексы вегетации, такие как NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), для выделения границ лесных участков (Виноградов и др., 2020). Далее применялся алгоритм сегментации изображений, например метод Watershed, для разделения изображений на отдельные сегменты, представляющие лесные участки. Каждый сегмент вручную проверялся и помечался как лес или не лес. Процесс включал также изменение размера и обрезку изображений для создания области интереса, содержащей только лесные участки. В результате был создан датасет, где каждое изображение имело метку "лес" или "не лес". Этот датасет использовался для обучения нейронной сети, позволяя модели учитывать особенности данных и прогнозировать правильные границы лесных участков на новых изображениях.

Процесс обучения модели - это инициализация весов: в начале обучения веса нейронной сети инициализируются случайными значениями; прямое распространение (forward propagation): на этом этапе входные данные подаются на вход нейронной сети, и происходит распространение сигнала по нейронам до выходного слоя; определение функции потерь (loss function): после прямого распространения вычисляется функция потерь, которая измеряет насколько модель ошибается на данном примере; обратное распространение (backpropagation): на этом этапе происходит обратное распространение ошибки через сеть. Веса корректируются с помощью градиентного спуска, чтобы минимизировать функцию потерь; обновление весов: веса корректируются в соответствии с градиентом, чтобы уменьшить ошибку; повторение: процесс прямого распространения, вычисления функции потерь, обратного распространения и обновления весов повторяется до тех пор, пока функция потерь не достигнет определенного порога или до достижения максимального числа эпох (итераций обучения). оценка модели: после окончания обучения модели производится ее оценка на отложенных данных, чтобы убедиться в ее работоспособности на новых данных. Для начала необходимо разделить исходные данные на две выборки: обучающую и тестовую. Обучающая выборка используется для обучения модели, а тестовая выборка для проверки качества ее работы. Обычно используется отношение 80/20 или 70/30 между обучающей и тестовой выборками соответственно. Далее, на обучающей

выборке производится обучение модели. Обучение проводится на нескольких эпохах, при этом на каждой эпохе модель обучается на всей обучающей выборке. В процессе обучения модели вычисляется значение функции потерь, которая показывает, насколько хорошо модель работает на текущей эпохе. После завершения обучения производится тестирование модели на тестовой выборке. Для этого модель применяется к тестовым данным и вычисляется значение метрики качества модели.

Архитектура нейронной сети для обнаружения границ лесного хозяйства состоит из нескольких свёрточных слоев, слоев активации, слоев пулинга, полносвязных слоев, слоев регуляризации и выходного слоя. Использование нескольких слоев в нейронных сетях позволяет модели извлекать более высокоуровневые признаки из входных данных. На первых слоях сети обычно происходит выделение простых фич, а дальше с помощью последующих слоев модель извлекает все более сложные признаки и корреляции между признаками. Более глубокие сети могут иметь более высокую точность предсказаний, но при этом могут стать более трудными в обучении и требовать больше вычислительных ресурсов.

Результаты

В данной работе проведен анализ результатов, используя метрики точности (accuracy), полноты (recall), точности (precision) и F-меры (F1-score). Также визуализировали результаты на карте, используя инструменты ГИС (Osman, 2017).

После обучения модели получен точность (accuracy) на тестовой выборке равную 0.95, что означает, что модель правильно классифицирует 95% пикселей. Метрики полноты (recall) и точности (precision) составили соответственно 0.94 и 0.97, а F-мера (F1-score) - 0.95. Это говорит о том, что модель дает высокую точность и полноту при классификации границ лесного хозяйства.

Для визуализации результатов использовано инструменты ГИС, чтобы создать карту, на которой показаны реальные границы лесного хозяйства и предсказанные границы моделью. Сравнение реальных и предсказанных границ показало, что модель дает высокое качество предсказаний и может использоваться для обнаружения границ лесного хозяйства.

Также проведен анализ ошибок, которые допустила модель при классификации границ лесного хозяйства. Выявлено, что основные ошибки связаны с неправильной классификацией пикселей, которые находятся на границе лесного хозяйства и других типов землепользования (например, поля, газоны и т.д.). В целом, созданный алгоритм показала хорошие результаты и может использоваться в реальных проектах для обнаружения границ лесного хозяйства (рисунок 4).

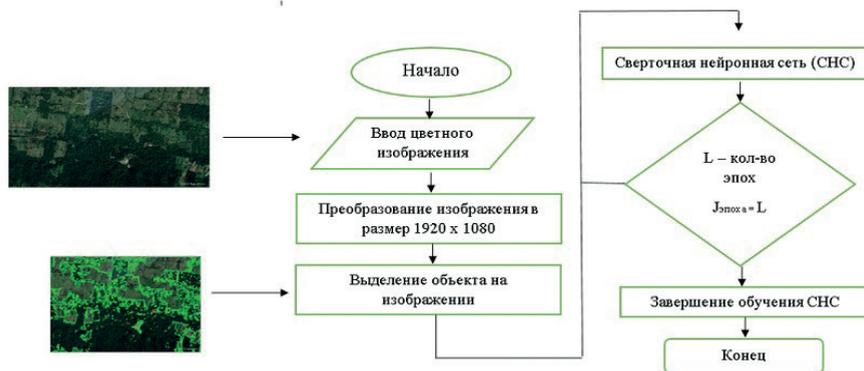


Рисунок 4. Разработанный алгоритм обучения СНС

Для оценки эффективности и точности алгоритма на реальных данных был проведен тестирование на спутниковых изображениях, полученных с помощью геоданных. Для этого был выбран набор данных, содержащий изображения различных лесных участков, снятых в разное время и в различных условиях. Набор данных был разбит на обучающую и тестовую выборки в соотношении 80/20. После обучения нейронной сети на обучающей выборке, было проведено тестирование на тестовой выборке, где была получена точность распознавания границ лесных хозяйств на уровне 85 %. Также было проведено сравнение результатов распознавания границ лесных хозяйств, полученных с помощью нейронной сети и метода классификации максимального правдоподобия (Maximum Likelihood Classification).

Результаты показали, что нейронная сеть позволяет достичь более высокой точности в определении границ лесных хозяйств, чем метод классификации максимального правдоподобия. Также было проведено сравнение результатов распознавания границ лесных хозяйств, полученных с помощью нейронной сети на тестовой выборке и на реальных спутниковых изображениях. Результаты показали, что точность распознавания границ лесных хозяйств на реальных данных составляет около 80%, что свидетельствует о хорошей работоспособности алгоритма на реальных данных. Таким образом, на основе полученных результатов можно сделать вывод о том, что разработанный алгоритм распознавания границ лесных хозяйств на основе нейронных сетей является эффективным и точным инструментом для работы с геоданными. Созданный алгоритм на основе веб-сервиса использует нейросетевую модель, обученную на изображениях, для анализа снимков, полученных с помощью спутников (рисунок 5).



Рисунок 5. До обнаружения границ лесного хозяйства

При обнаружении густо расположенных деревьев или пожаров в лесу, программа обводит его на карте зеленым или соответствующим оранжевым цветом (рисунок 6), что позволяет быстро и удобно обнаружить возможное возгорание в определенной области.

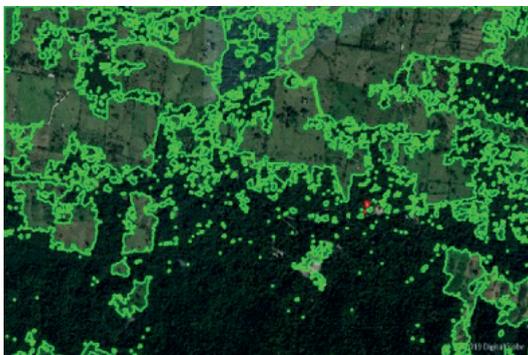


Рисунок 6. Результат работы программы

Веб-сервис имеет возможность обрабатывать потоковые данные в режиме реального времени. А также, разработанный веб-сервис представляет собой полезный инструмент для пожарных служб и организаций, занимающихся контролем пожарной безопасности на территории. Он позволяет быстро и эффективно обнаруживать пожары и предпринимать необходимые меры для их тушения.

Обсуждение

В ходе нашего исследования успешно преодолен ряд трудностей, связанных с выбором оптимальных параметров для нейронной сети, обработкой изображений различного размера и качества, а также разработкой пользовательского интерфейса. Эта работа представляет собой значимый вклад в область охраны лесов и защиты окружающей среды, а также полезен профессионалам в этой области, способствуя сохранению лесов и экосистем в целом. В дальнейшем можно расширить его возможности для обработки изображений большего размера и сложных сценариев, повысить точность

определения границ лесных хозяйств и внедрить функции анализа данных с визуализацией результатов. Работа подчеркивает возможности применения машинного обучения и нейронных сетей для решения задач в области лесного хозяйства и экологии. Данное исследование открывает путь для будущего совершенствования и расширения подхода, что может привести к еще более эффективному использованию технологий в области устойчивого лесопользования.

Заключение

В данной работе был разработан алгоритм на применимый в веб-сервисе по обнаружению границ лесных хозяйств с использованием машинного обучения. Использование всех инструментов машинного обучения позволило быстро и эффективно создать модель на основе алгоритма по обнаружению границ лесных хозяйств. Нейронная сеть была обучена на 80% от датасета, а оставшиеся 20% были использованы для тестирования. После обучения модель достигла точности распознавания границ лесного хозяйства на уровне 96 %. Кроме того, использован инструмент Django для разработки веб-интерфейса, который работает с алгоритмом позволяющего пользователям загружать изображения и получать результаты обработки. А также для тестирования программы применены тестовые наборы изображений, которые были заранее подготовлены. Тестирование проведено на нескольких компьютерах с различной производительностью и убеждены, что веб-сервис работает быстро и эффективно. В результате было разработано эффективное решение, алгоритм, для автоматического обнаружения границ лесных хозяйств. Полученная модель нейронной сети может быть использована в различных приложениях, таких как мониторинг лесного покрова и планирование лесного хозяйства. Веб-сервис предоставляет удобный и быстрый интерфейс для использования модели нейронной сети.

ЛИТЕРАТУРА

- Ansari A.S., Mohammadi M.S. & Parvez M.T. (2019). A comparative study of recent steganography techniques for multiple image formats //International Journal of Computer Network and Information Security. — T. 11. — №. 1. — С. 11–25.
- Buján S., Guerra-Hernández J., González-Ferreiro E. & Miranda D. (2021). Forest road detection using lidar data and hybrid classification //Remote Sensing. — T. 13. — №. 3. — С. 393.
- Caffaratti G.D., Marchetta M.G., Euillades L.D., Euillades P.A. & Forradellas R.Q. (2021). Improving forest detection with machine learning in remote sensing data //Remote Sensing Applications: Society and Environment. — T. 24. — С. 100654.
- Felton B.R., O’Neil G.L., Robertson M.M., Fitch G.M. & Goodall J.L. (2019). Using random forest classification and nationally available geospatial data to screen for wetlands over large geographic regions //Water. — T. 11. — №. 6. — С. 1158
- Liakos K.G., Busato P., Moshou D., Pearson S. & Bochtis D. (2018). Machine learning in agriculture: A review //Sensors. — T. 18. — №. 8. — С. 2674
- Osman H., Ghafari M. & Nierstrasz O. (2017). Hyperparameter optimization to improve bug prediction accuracy //2017 IEEE workshop on machine learning techniques for software quality evaluation (MaLTeSQuE). — IEEE. — С. 33–38.
- Rash A., Mustafa Y., & Hamad R. (2023). Quantitative assessment of Land use/land cover changes

in a developing region using machine learning algorithms: A case study in the Kurdistan Region, Iraq //Heliyon. — T. 9. — №. 11.

Sesnie S.E., Gessler P.E., Finegan B. & Thessler S. (2008). Integrating Landsat TM and SRTM-DEM derived variables with decision trees for habitat classification and change detection in complex neotropical environments //Remote Sensing of Environment. — T. 112. — №. 5. — С. 2145–2159.

Shang X., Chisholm L.A. (2013). Classification of Australian native forest species using hyperspectral remote sensing and machine-learning classification algorithms //IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. — T. 7. — №. 6. — С. 2481–2489.

Tokar O., Vovk O., Kolyasa L., Havryliuk S. & Korol M. (2018, September). Using the Random Forest classification for land cover interpretation of Landsat images in the Prykarpattya region of Ukraine // 2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). — IEEE. — T. 1. — С. 241–244.

Yahya N., Bekele T., Gardi O. & Blaser J. (2020). Forest cover dynamics and its drivers of the Arba Gugu forest in the Eastern highlands of Ethiopia during 1986–2015 //Remote Sensing Applications: Society and Environment. — T. 20. — С. 100378.

Zhang, C., Zhou, J., Wang, H., Tan, T., Cui, M., Huang, Z. & Zhang, L. (2022). Multi-species individual tree segmentation and identification based on improved mask R-CNN and UAV imagery in mixed forests //Remote Sensing. — T. 14. — №. 4. — С. 874.

Zheng S., Wang W. (2022). Forest fire monitoring via uncrewed aerial vehicle image processing based on a modified machine learning algorithm //Frontiers in Plant Science. — T. 13. — С. 954757.

Виноградов А.Н., Куршев Е.П., Тищенко И.П. & Иванов Е.С. (2020). Применение комбинированной сегментации для распознавания мультиспектральных снимков дистанционного зондирования земли //Системный анализ в проектировании и управлении. — Т. 24. — №. 2. — С. 219–228.

Жарников В.Б., Николаева О.Н. & Сафонов В.В. (2013). Техногенная трансформация земель и ее показатели в системе мониторинга //Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). — №. 2 (22). — С. 36–43.

Исрафилов Х.С. (2017). Исследование методов бинаризации изображений //Вестник науки и образования. — Т. 2. — №. 6 (30). — С. 43–50.

Черниковский Д.М., Алексеев А.С. (2019). Метод определения характеристик лесов на основе материалов дистанционного зондирования Земли, данных лесоустройства и алгоритма k-NN (на примере Лодейнопольского лесничества Ленинградской области) //Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — №. 4 (370). — С. 45–65.

REFERENCES

Ansari A.S., Mohammadi M.S. & Parvez M.T. (2019). A comparative study of recent steganography techniques for multiple image formats //International Journal of Computer Network and Information Security. — Vol. 11. — No. 1. — Pp. 11–25. (in Eng.).

Buján S., Guerra-Hernández J., González-Ferreiro E. & Miranda D. (2021). Forest road detection using lidar data and hybrid classification //Remote Sensing. — Vol. 13. — No. 3. — p. 393. (in Eng.).

Caffaratti G.D., Marchetta M.G., Euillades L.D., Euillades P.A. & Forradellas R.Q. (2021). Improving forest detection with machine learning in remote sensing data //Remote Sensing Applications: Society and Environment. — Vol. 24. — p. 100654. (in Eng.).

Chernikhovskiy D.M., Alexeev A.S. (2019). Method for determining forest characteristics based on remote sensing data, forest management information, and k-NN algorithm (using the example of Lodeynopol forestry in the Leningrad region). Proceedings of Higher Education Institutions. Forestry Journal. — No.4, — 370. — Pp. 45–65. (in Russian).

Felton B.R., O'Neil G.L., Robertson M.M., Fitch G.M. & Goodall J.L. (2019). Using random forest classification and nationally available geospatial data to screen for wetlands over large geographic regions //Water. — Vol. 11. — No. 6. — p. 1158 (in Eng.).

Israfilov Kh.S. (2017). Research on image binarization methods. Bulletin of Science and Education. — No. 6(30). — Vol. 2. — No. 3. — Pp. 43–50. (in Russ.).

Liakos K.G., Busato P., Moshou D., Pearson S. & Bochtis D. (2018). Machine learning in agriculture: A review //Sensors. — Vol. 18. — No. 8. — p. 2674 (in Eng.).

Osman H., Ghafari M. & Nierstrasz O. (2017). Hyperparameter optimization to improve bug prediction accuracy //2017 IEEE workshop on machine learning techniques for software quality evaluation (MaLTeSQuE). — IEEE. — Pp. 33–38. (in Eng.).

Rash A., Mustafa Y. & Hamad R. (2023). Quantitative assessment of Land use/land cover changes in a developing region using machine learning algorithms: A case study in the Kurdistan Region, Iraq //Heliyon. — Vol. 9. — No. 11. (in Eng.).

Sesnie S.E., Gessler P.E., Finegan B. & Thessler S. (2008). Integrating Landsat TM and SRTM-DEM derived variables with decision trees for habitat classification and change detection in complex neotropical environments //Remote Sensing of Environment. — Vol. 112. — No. 5. — Pp. 2145–2159. (in Eng.).

Shang X., Chisholm L.A. (2013). Classification of Australian native forest species using hyperspectral remote sensing and machine-learning classification algorithms //IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. — Vol. 7. — No. 6. — Pp. 2481–2489. (in Eng.).

Tokar O., Vovk O., Kolyasa L., Havryliuk S. & Korol M. (2018, September). Using the Random Forest classification for land cover interpretation of Landsat images in the Prykarpattia region of Ukraine //2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT). — IEEE. — Vol. 1. — Pp. 241–244. (in Eng.).

Vinogradov A.N. et al. (2020). Application of combined segmentation for recognizing multispectral remote sensing images. Systems Analysis in Design and Management. — Vol. 24. — No. 2. — Pp. 219–228. (in Russ.).

Yahya N., Bekele T., Gardi O. & Blaser J. (2020). Forest cover dynamics and its drivers of the Arba Gugu forest in the Eastern highlands of Ethiopia during 1986–2015 //Remote Sensing Applications: Society and Environment. — Vol. 20. — p. 100378. (in Eng.).

Zhang C., Zhou J., Wang H., Tan T., Cui M., Huang Z. & Zhang L. (2022). Multi-species individual tree segmentation and identification based on improved mask R-CNN and UAV imagery in mixed forests //Remote Sensing. — Vol. 14. — No. 4. — p. 874. (in Eng.).

Zharnikov V.B., Nikolaeva O.N. & Safonov V.V. (2013). Technogenic transformation of lands and its indicators in the monitoring system. Bulletin of SGA. — No. 2 (22). — Pp. 36–43. (in Russ.).

Zheng S., Wang W. (2022). Forest fire monitoring via uncrewed aerial vehicle image processing based on a modified machine learning algorithm //Frontiers in Plant Science. — Vol. 13. — p. 954757. (in Eng.).

МАЗМҰНЫ

К.С. Алдажаров, С.К. Батырхан АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТИҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ МОДЕЛІН ТАЛДАУ.....	7
Ж.С. Алимова, Н.Н. Дюсенгазина, А.Т. Абеннова, Г.С. Балгабаева, Л.З. Исабекова ДЕРЕКТЕРДЕГІ АЙҚЫН ЕМЕС БАЙЛАНЫСТАРДЫ АНЫҚТАУДА В. ЛЕОНТЬЕВТИҢ ЕНГІЗУ-ШЫҒАРУ МОДЕЛІН ҚОЛДАНУ.....	21
А.Х. Абишева, Б.Б. Ибраева, Н.Т. Телибаева, Д. Муса, К.Г. Балгинбаева ГЕОИНФОРМАТИКА: ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР СИНТЕЗІ.....	32
А.С. Баегизова, А.Х. Касымова, А.М. Бисенгалиева, Б.О. Мухаметжанова, М.Ж. Базарова МӘТІНДІК СИПАТТАМАЛАРҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ГЕНЕРАТИВТИ ҚАРСЫЛАС ЖЕЛШЕРДІ ПАЙДАЛАНЫП КЕСКІНДЕРДІ ЖАСАУ.....	43
А.Г. Батырханов, С.Р. Шармуханбет ЛАТЫН ЖӘНЕ ҚАЗАҚ ЛАТЫН ӘЛІПБИІ.....	59
Д.Г. Габдуллаев, И. Жансері, А.Б. Айдарбекова, Ш.Ж. Мусиралиева ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІНІҢ НЕГІЗІНДЕ СУРЕТТЕРГЕ СТЕГОТАЛДАУ ЖАСАУ.....	75
А.Х. Давлетова, Е.Т. Асан, А.Х. Касымова, А.Б. Медешова БІЛІМ БЕРУДЕГІ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТІ ҚОЛДАНУДЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН КЕМШІЛІКТЕРІ.....	99
Б.А. Ерназарова, В.В. Стекольников, К.А. Айтбозова, С.Х. Сарамбетова, С.Д. Абжанов ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ЖӘНЕ ОНЫ БІЛІМ БЕРУДЕ ҚОЛДАНУ.....	110
Т. Жукабаева, Л. Жолшиева, А. Адамова, Е. Марденов, Н. Карабаев СЫМСЫЗ СЕНСОРЛЫҚ ЖЕЛШЕРГЕ ШАБУЫЛДАРДЫ АНЫҚТАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ: XGBOOST ЖӘНЕ SGD ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ.....	121
А.М. Джумагалиева, А.Ә. Шекербек, М.Г. Байбулова, А.И. Онгарбаева, А.К. Токкулиева ЭЛЕКТРОНДЫҚ ДАУЫС БЕРУ ЖҮЙЕСІНЕ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЕНГІЗУДІ ТАЛДАУ.....	136
А.А. Исмаилова, А.А. Нурпейсова, Ж.Т. Бельдеубаева, Г.О. Исакова, Н.Т. Исаева ОФТАЛЬМОЛОГИЯДА ТОР ҚАБЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫН ТАЛДАУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....	152
А.Е. Ибраимкулов, А.С. Еримбетова, Б. Сакенов МӘТІНДІ ҚАЗАҚ ТІЛІНЕН ЫМДАУ ТІЛІНЕ КОМПЬЮТЕРЛІК АУДАРУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	166
Г.Н. Кажатова, Ж.Т. Бельдеубаева, А.А. Исмаилова, А.А. Нурпейсова, Г.О. Исакова КОРПОРАТИВТІК БІЛІМДІ БАСҚАРУДАҒЫ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР.....	177
М.Ж. Қалдарова, А.С. Аканова, А.Е. Назырова, А.С. Муканова, Г.К. Муратова MACHINE LEARNING КӨМЕГІМЕН ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫНЫҢ ШЕКАРАЛАРЫН АНЫҚТАУ.....	192

А.Е. Кулакаева, Б.Ж. Медетов, А.З. Айтмагамбетов, А.Т. Жетписбаева, Н. Албанбай	
ЖЕРСЕРІКТІК РАДИОБАҚЫЛАУ БАРЫСЫНДА КАЛМАН СҮЗГІШІ АРҚЫЛЫ СИГНАЛДЫ АНЫҚТАУ ӘДІСІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ.....	212
Ө.Ж. Мамырбаев, Д.О. Оралбекова, Ә.А. Айтқазина, С.М. Даулбаев, Н.Ө. Жұмажан	
АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ СЕКТОРЫНДАҒЫ ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫН ЕСЕПТЕУ АРҚЫЛЫ ТЕМПЕРАТУРА БАЛАНСЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН ЗЕРТТЕУДІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІ.....	225
Т.М. Мұратов, М.А. Кантурева, А.С. Омарбекова, А.Ж. Қарипжанова, Ж.Ж. Қайсанова	
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АВИАЦИЯ САЛАСЫНДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ІТ ШЕШІМДЕРДІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ТАЛДАУ.....	248
Ш.Ж. Мусиралиева, Қ. Бағитова, К. Байсылбаева, М. Болатбек, Қ.Азанбай	
ОНЛАЙН ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІЛЕРІ БЕЙНЕЛЕРІН ӨҢДЕУ АРҚЫЛЫ САЯСИ ЭКСТРЕМИЗМДІ АНЫҚТАУ МОДЕЛІ.....	260
Г.С. Омарова, А.Н. Жәкіш, Ю.К. Жүсіпбек, А.А. Мырзамуратова, А.Б. Бексейтова	
ДЕРЕКТЕР ҚӨЛЕМІН ҰЛҒАЙТУ ҮШІН ГЕНЕРАТИВТІ ҚАРСЫЛАС ЖЕЛІЛЕРДІ (GANS) ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ДЕРЕКТЕРДІ ГЕНЕРАЦИЯЛАУ.....	283
С.К. Серикбаева, Г.А. Шангытбаева, А.Г. Батырханов, З.Д. Айдаралиева, К.А. Ибрагимова	
ҒЫЛЫМИ-БІЛІМ БЕРУ ҚЫЗМЕТІ САЛАСЫНДАҒЫ ҚҰЖАТТАРҒА ҚОЛ ЖЕТКІЗУДІҢ ТҰЖЫРЫМДАМАСЫ МЕН ӘДІСТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	297
М.А. Сексембаева	
СТАТИКАЛЫҚ ТЫНУЫ БАР КӨП ЖОЛАҚТЫ АРНАЛАР АРҚЫЛЫ ШУҒА ТӨЗІМДІ КОДТАУЫ БАР ЦИФРЛЫҚ БАЙЛАНЫС ЖҮЙЕСІН МОДЕЛЬДЕУ.....	317
А.Ж. Танирбергенов, Н.Ә. Жұматай, В.Е. Махатова, А.Т. Абдыхалық, Г.А. Шангытбаева	
ЖОБАЛАРДЫ БАСҚАРУДАҒЫ КОММУНИКАЦИЯНЫҢ РӨЛІ: «ҰАТ» АҚ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ СТРАТЕГИЯЛАРЫ.....	327
Б. Тасуов, Б.О. Шинибеков	
ОРТА МЕКТЕПТЕ КОМПЬЮТЕРЛІК ГРАФИКАНЫ ОҚЫТУДА ШЫҒАРМАШЫЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰЗЫРЕТТІЛІКТЕРДІ ДАМЫТУ.....	341
А.С. Тынықұлова, А.А. Мұханова, М.К. Тынықұлов, Р.С. Қуанышева, М.М. Иманғалиев	
СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ АЙЫРТАУ АУДАНЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА ЖЕР РЕСУРСТАРЫН ОҢТАЙЛЫ ПАЙДАЛАНУ ҮШІН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕНІ ҚҰРУ АЛГОРИТМІ.....	356
Ж.С. Такенова, А.А. Ташев	
БІЛІМ БЕРУ ҰЙЫМДАРЫНДАҒЫ БАСҚАРУ МІНДЕТТЕРІН ШЕШУДІҢ ЖАҢА ТӘСІЛДЕРІ.....	368

СОДЕРЖАНИЕ

К.С. Алдажаров, С.К. Батырхан АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	7
Ж.С. Алимова[†], Н.Н. Дюсенгазина, А.Т. Абенова, Г.С. Балгабаева, Л.З. Исабекова ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ВВОДА-ВЫВОДА В. ЛЕОНТЬЕВА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НЕЯВНЫХ СВЯЗЕЙ В ДАННЫХ.....	21
А.Х. Абишева, Б.Б. Ибраева, Н.Т. Телибаева, Д. Муса, К.Г. Балгинбаева ГЕОИНФОРМАТИКА: СИНТЕЗ ГЕОГРАФИИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	32
А.С. Баегизова, А.Х. Касымова, А.М. Бисенгалиева, Б.О. Мухаметжанова, М.Ж. Базарова ГЕНЕРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕРАТИВНО- СОСЯЗАТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ТЕКСТОВЫХ ОПИСАНИЙ.....	43
А.Г. Батырханов, С.Р. Шармуханбет О ЛАТЫНИ И КАЗАХСКОЙ ЛАТИНИЦЕ.....	59
Д.Г. Габдуллаев, И. Жансери, А.Б. Айдарбекова, Ш.Ж. Мусиралиева СТЕГОАНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	75
А.Х. Давлетова, Е.Т. Асан, А.Х. Касымова, А.Б. Медешова ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ.....	99
Б.А. Ерназарова, В.В. Стекольщиков, К.А. Айтбозова, С.Х. Сарамбетова, С.Д. Абжанов ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ.....	110
Т. Жукабаева, Л. Жолшиева, А. Адамова, Е. Марденов, Н. Карабаев ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАК В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ XGBOOST И SGD.....	121
А.М. Джумагалиева, А.А. Шекербек, М.Г. Байбулова, А.И. Онгарбаева, А.К. Токкулиева АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В СИСТЕМУ ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ.....	136
А.А. Исмаилова, А.А. Нурпейсова, Ж.Т. Бельдеубаева, Г.О. Исакова, Н.Т. Исаева ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА СТРУКТУР СЕТЧАТКИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ.....	152
А.Е. Ибраимкулов, А.С. Еримбетова, Б. Сакенов ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПЕРЕВОДА ТЕКСТА С КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА НА ЖЕСТОВЫЙ ЯЗЫК.....	166
Г.Н. Кажатова, Ж.Т. Бельдеубаева, А.А. Исмаилова, А.А. Нурпейсова, Г.О. Исакова ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ КОРПОРАТИВНЫМИ ЗНАНИЯМИ.....	177
М.Ж. Калдарова, А.С. Аканова, А.Е. Назырова, А.С. Муканова, Г.К. Муратова ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА С ПОМОЩЬЮ MACHINE LEARNING.....	192

А.Е. Кулакаева, Б.Ж. Медетов, А.З. Айтмагамбетов, А.Т. Жетписбаева, Н. Албанбай ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ПРИ СПУТНИКОВОМ РАДИОМНИТОРИНГЕ.....	212
О.Ж. Мамырбаев, Д.О. Оралбекова, А.А. Айтказина, С.М. Даулбаев, Н.О. Жумажан ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРНОГО БАЛАНСА ПУТЕМ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ СЕКТОРЕ.....	225
Т.М. Муратов, М.А. Кантурева, А.С. Омарбекова, А.Ж. Карипжанова, Ж.Ж. Кайсанова АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ИТ РЕШЕНИЙ В АВИАЦИОННОЙ СФЕРЕ КАЗАХСТАНА.....	248
Ш.Ж. Мусиралиева, К. Багитова, К. Байсылбаева, М. Болатбек, К. Азанбай МОДЕЛЬ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОНЛАЙН СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОЛИТИЧЕСКОГО ЭКСТРЕМИЗМА.....	260
Г.С. Омарова, А.Н. Жакиш, Б.К. Жусипбек, А.А. Мырзамуратова, А.Б. Бексейтова ГЕНЕРАЦИЯ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕРАТИВНО-СОСЪЯЗАТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ (ГАНС) ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДАННЫХ.....	283
С.К. Серикбаева, Г.А. Шангытбаева, А.Г. Батырханов, З.Д. Айдаралиева, К.А. Ибрагимова ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ И МЕТОДОВ ДОСТУПА К ДОКУМЕНТАМ В СФЕРЕ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	297
М.А. Сексембаева МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ С ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫМ КОДИРОВАНИЕМ ПО МНОГОЛУЧЕВЫМ КАНАЛАМ СО СТАТИЧЕСКИМ ЗАМИРАНИЕМ.....	317
А.Ж. Танирбергенов, Н.А. Жуматай, В.Е. Махатова, А.Т. Абдыхалык, Г.А. Шангытбаева РОЛЬ КОММУНИКАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ: СТРАТЕГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ В АО «НИТ».....	327
Б. Тасуов, Б.О. Шиннибеков РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБУЧЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ.....	341
А.С. Тыныкулова, А.А. Муханова, М.К. Тыныкулов, Р.С. Куанышева, М.М. Имангалиев АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ АЙЫРТАУСКОГО РАЙОНА СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	356
Ж.С. Такенова, А.А. Ташев НОВЫЕ ПОДХОДЫ В РЕШЕНИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ.....	368

CONTENTS

K.S. Aldazharov, S.K. Batyrkhan ANALYSIS OF THE MODERN MODEL OF INFORMATION SECURITY.....	7
Z. Alimova, N. Dyussengazina, A. Abenova, G. Balgabayeva, L. Issabekova APPLICATION OF THE I / O MODEL OF V. LEONTIEV IN IDENTIFYING IMPLICIT CONNECTIONS IN DATA.....	21
A.H. Abisheva, B.B. Ibraeva, N.T. Telibaeva, D. Musa, K.G. Balginbayeva GEOINFORMATICS: SYNTHESIS OF GEOGRAPHY AND INFORMATION TECHNOLOGIES.....	32
A.S. Baegizova, A.K. Kassymova, A.M. Bissengaliyeva, B.O. Mukhametzhanova, M.Zh. Bazarova GENERATING IMAGES USING GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS BASED ON TEXT DESCRIPTIONS.....	43
A. Batyrkhanov, S. Sharmukhanbet ABOUT LATIN AND KAZAKH LATIN.....	59
D. Gabdullaev, I. Zhanseri, A. Aidarbekova, Sh. Mussiraliyeva IMAGE STEGO ANALYSIS BASED ON DEEP LEARNING METHODS.....	75
A.Kh. Davletova, Y.T. Assan, A.K. Kassymova, A.B. Medeshova ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION.....	99
B.A. Yernazarova, V.V. Stekolchshikov, K.A. Aitbozova, S.KH. Sarambetova, S.D. Abzhanov ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ITS APPLICATION IN EDUCATION.....	110
T. Zhukabayeva, L. Zholshiyeva, A. Adamova, Y. Mardenov, N. Karabayev APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS FOR ATTACK DETECTION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS: PERFORMANCE ANALYSIS OF XGBOOST AND SGD.....	121
A.M. Jumagaliyeva, A.A. Shekerbek, M.G. Baibulova, A.I. Ongarbayeva, A. Tokkuliyeva ANALYSIS OF IMPLEMENTATION BLOCKCHAIN TECHNOLOGY TO ELECTRONIC VOTING SYSTEM.....	136
A.A. Ismailova, A.A. Nurpeisova, Zh.T. Beldeubayeva, G.O. Issakova, I. Issayeva APPLICATION OF DEEP LEARNING METHODS FOR ANALYSIS OF RETINAL STRUCTURES IN OPHTHALMOLOGY.....	152
A.Ye. Ibraimkulov, A.S. Yerimbetova, B. Sakenov PROBLEMS OF DEVELOPING A SYSTEM FOR COMPUTER TRANSLATION OF TEXT FROM KAZAKH INTO SIGN LANGUAGE.....	166
G. Kazhatova, Zh. Beldeubayeva, A. Ismailova , A. Nurpeisova, G. Issakova INFORMATION TECHNOLOGY IN CORPORATE KNOWLEDGE MANAGEMENT.....	177
M.Zh. Kaldarova, A.S. Akanova, A.E. Nazyrova, A.S. Mukanova, G.K. Muratova DETERMINING FORESTRY BOUNDARIES USING MACHINE LEARNING.....	192
A.E. Kulakayeva, B.Zh. Medetov, A.Z. Aitmagambetov, A.T. Zhetpisbayeva, N. Albanbay DETERMINATION OF THE STABILITY OF THE SIGNAL DETECTION METHOD USING THE KALMAN FILTER IN SATELLITE RADIO MONITORING.....	212

O.Zh. Mamyrbayev, D.O. Oralbekova, A.A. Aitkazina, S.M. Daulbayev, N.O. Zhumazhan	
THERMODYNAMIC MODEL FOR STUDYING THE DYNAMICS OF TEMPERATURE BALANCE BY CALCULATING THERMAL ENERGY IN THE AGRICULTURAL SECTOR.....	225
T. Muratov, M. Kantureeva, A. Omarbekova, A. Karipzhanova, Zh. Kaisanova	
ANALYSIS OF FEATURES IT SOLUTIONS IN THE AVIATION SECTOR OF KAZAKHSTAN.....	248
Sh. Mussiraliyeva, K. Bagitova, K. Baisylbaeva, M. Bolatbek, K. Azanbai	
MODEL FOR PROCESSING IMAGES OF ONLINE SOCIAL NETWORKS USED TO RECOGNIZE POLITICAL EXTREMISM.....	260
G.S. Omarova, A.N. Zhakish, B.K. Zhussipbek, A.A. Myrzamuratova, A.B. Bekseitova	
DATA GENERATION USING GENERATIVE-ADVERSARIAL NETWORKS (GANS) TO INCREASE THE DATA.....	283
S. Serikbayeva, G. Shangytbodyeva, A. Batyrkhanov, Z. Aidaraliyeva, K. Ibragimova	
FORMATION OF THE CONCEPT AND METHODS FOR ACCESSING DOCUMENTS IN THE FIELD OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL ACTIVITIES.....	297
M.A. Seksembayeva	
MODELING OF A DIGITAL COMMUNICATION SYSTEM WITH NOISE-RESISTANT CODING OVER MULTIPATH CHANNELS WITH STATIC FADING.....	317
A. Tanirbergenov, N. Zhumatayn, V. Makhatova, A. Abdykhalyk, G. Shangytbodyeva	
THE ROLE OF COMMUNICATION IN PROJECT MANAGEMENT: STRATEGIES FOR IMPROVING EFFICIENCY IN JSC «NIT».....	327
B. Tassuov, B. Shinibekov	
DEVELOPMENT OF CREATIVE AND TECHNICAL COMPETENCIES IN TEACHING COMPUTER GRAPHICS IN SECONDARY SCHOOL.....	341
A.S. Tynykulova, A.A. Mukhanova, M.K. Tynykulov, R.S. Kuanysheva, M.M. Imangaliyev	
ALGORITHM FOR CREATION OF AN INFORMATION SYSTEM FOR OPTIMAL USE OF LAND RESOURCES ON THE EXAMPLE OF AYYRTAU DISTRICT OF NORTH KAZAKHSTAN REGION.....	356
Zh. Takenova, A. Tashev	
NEW APPROACHES IN SOLVING PROBLEMS OF MANAGEMENT IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS.....	368

**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 28.03.2024.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
21,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.

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