

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



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

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

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

N E W S

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

**SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY**

4 (348)

OCTOBER – DECEMBER 2023

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

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

БАС РЕДАКТОР:

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

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«Известия НАН РК. Серия физика и информатики».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

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

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

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

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

EDITOR IN CHIEF:

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

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

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

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Series of physics and informatics.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

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

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

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

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 348 (2023). 237–252

<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.232>

UDC 004.9

© **S. Serikbayeva^{1*}, M. Bolsynbek¹, A. Abduvalova², A. Abdykhalyk¹,
D. Anuarbek¹, 2023**

¹Eurasian National University named after L.N. Gumilyov, Department
of Information Systems, Astana, Kazakhstan;

²Taraz Regional University named after M.KH.Dulaty, Taraz, Kazakhstan.
E-mail: mbolsynbek@bk.ru

APPLICATION OF MACHINE LEARNING TO PREDICT SOIL QUALITY: ALGORITHMS AND TECHNIQUES

Serikbayeva Sandugash — PhD, Senior Lecturer of the Department of Information Systems, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: inf_8585@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1729-6875>;

Bolsynbek Mukhammed — doctoral student of the Department of Information Systems, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: mbolsynbek@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0233-1984>;

Abduvalova Ainur — acting associate professor of the Department «Information Systems», Taraz regional university named after M. KH. Dulaty, Taraz, Kazakhstan

E-mail: abduvalova_ad@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4683-7821>;

Abdykhalyk Aidos — associate professor of the Department of algebra and geometry, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: aidoskaztest@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6634-3634>;

Anuarbek Dias — master's student of the Department of Information Technologies, L.N. Gumilev Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: anuarbekdez2@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4566-1046>.

Abstract. Machine learning allows agricultural specialists and researchers to study and optimize soil parameters more effectively, which contributes to improving the quality of agricultural processes and increasing yields. The article discusses a variety of algorithms, such as linear regression, decision trees, random forests, neural networks, the principal component method, the support vector method and clustering methods, as well as ensemble methods. Taking into account the variability of data and the tasks of agricultural crops, the choice of a suitable machine learning method becomes a key point in the process of analyzing and predicting soil parameters. The article emphasizes the importance of this area and summarizes the best practices for solving agricultural problems. The research conducted in this area not only contributes to improving the quality of agriculture, but also can significantly influence environmental sustainability and land management.

The article highlights the prospects of using machine learning in agriculture and contributes to the development of this important area of research.

Keywords: Machine learning, soil quality forecasting, machine learning algorithms, neural networks, agriculture

Financing: There is no source of funding for this study.

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

© С.К. Серикбаева^{1*}, М.Қ. Болсынбек¹, А.Д. Абдувалова²,
А.Т. Абдыхалық¹, Д.Е. Ануарбек¹, 2023

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

²М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз, Қазақстан.

E-mail: mbolsynbek@bk.ru

ТОПЫРАҚ САПАСЫН БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУ: АЛГОРИТМДЕР МЕН ӘДІСТЕР

Серикбаева Сандугаш Курманбековна — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, PhD, Астана, Қазақстан
E-mail: inf_8585@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1729-6875>;

Болсынбек Мұхаммед Құрманбекұлы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының докторанты, Астана, Қазақстан
E-mail: mbolsynbek@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0233-1984>;

Абдувалова Айнура Джумабевна — М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының доцент м.а., т.ғ.к., Тараз, Қазақстан
E-mail: abduvalova_ad@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4683-7821>;

Абдыхалық Айдос Тұрсынбайұлы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің алгебра және геометрия кафедрасының доценті, Астана, Қазақстан
E-mail: aidoskaztest@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-6634-3634>;

Ануарбек Диас Есенгельдыұлы — Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Ақпараттық жүйелер кафедрасының магистранты, Астана, Қазақстан
E-mail: anuarbekdez2@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-4566-1046>.

Аннотация. Машиналық оқыту ауылшаруашылық мамандары мен зерттеушілеріне топырақ параметрлерін тиімдірек зерттеуге және оңтайландыруға мүмкіндік береді, бұл ауылшаруашылық процестерінің сапасын жақсартуға және өнімділікті арттыруға көмектеседі. Мақалада сызықтық регрессия, шешім қабылдау ағаштары, кездейсоқ ормандар, нейрондық желілер, негізгі компоненттер әдісі, тірек векторлар әдісі және кластерлеу әдістері және ансамбль әдістері сияқты әртүрлі алгоритмдер қарастырылады. Деректер мен ауылшаруашылық дақылдарының міндеттерінің өзгергіштігін ескере отырып, машиналық оқытудың қолайлы әдісін таңдау топырақ параметрлерін талдау және болжау процесінде шешуші болады. Мақала осы саланың маңыздылығын көрсетеді және ауылшаруашылық мәселелерін шешудің ең жақсы тәжірибелерін жинақтайды. Осы салада жүргізілген зерттеулер ауыл шаруашылығының сапасын жақсартуға ықпал етіп қана қоймай, сонымен қатар экологиялық тұрақтылық

пен жер ресурстарын басқаруға айтарлықтай әсер етуі мүмкін. Мақала ауыл шаруашылығында машиналық оқытуды пайдалану перспективаларын көрсетеді және осы маңызды зерттеу саласының дамуына үлес қосады.

Түйін сөздер: Машиналық оқыту, топырақ сапасын болжау, машиналық оқыту алгоритмдері, нейрондық желілер, ауыл шаруашылығы

Қаржыландыру: Бұл зерттеу жұмысын қаржыландыру көзі жоқ.

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

© С.К. Серикбаева^{1*}, М.К. Болсынбек¹, А.Д. Абдувалова²,
А.Т. Абдыхалық¹, Д.Е. Ануарбек¹, 2023

¹Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
Астана, Казахстан;

²Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан.
E-mail: mbolsynbek@bk.ru

ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОЧВЫ: АЛГОРИТМЫ И МЕТОДИКИ

Серикбаева Сандугаш Курманбековна — PhD, старший преподаватель кафедры информационных систем, Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: inf_8585@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-1729-6875> ;

Болсынбек Мухаммед Курманбекович — докторант кафедры информационных систем, Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: mbolsynbek@bk.ru <https://orcid.org/0009-0001-0233-1984>;

Абдувалова Айнура Джумабевна — Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати, к.т.н., и.о.доцента кафедры «Информационные системы», Тараз, Казахстан

E-mail: abduvalova_ad@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-4683-7821>;

Абдыхалық Айдос Турсынбаевич — доцент кафедры алгебры и геометрии, Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: aidoskaztest@mail.ru <https://orcid.org/0009-0001-6634-3634>;

Ануарбек Диас Есенгельдиевич — докторант кафедры информационных систем, Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: anuarbekdez2@gmail.com <https://orcid.org/0009-0000-4566-1046>.

Аннотация. Машинное обучение позволяет сельскохозяйственным специалистам и исследователям более эффективно изучать и оптимизировать параметры почвы, что способствует повышению качества сельскохозяйственных процессов и увеличению урожайности. В статье рассматриваются разнообразные алгоритмы, такие как линейная регрессия, деревья принятия решений, случайные леса, нейронные сети, метод главных компонент, метод опорных векторов и методы кластеризации, а также методы ансамблей. С учетом вариабельности данных и задач агрокультур, выбор подходящего метода машинного обучения становится ключевым

моментом в процессе анализа и прогнозирования параметров почвы. Авторы подчеркивают значимость этой области и обобщают лучшие практики для решения сельскохозяйственных задач. Исследования в данной области, не только способствуют повышению качества сельского хозяйства, но также значительно влияют на экологическую устойчивость и управление земельными ресурсами. В статье представлены перспективы использования машинного обучения в сельском хозяйстве, что вносит вклад в развитие этой важной области исследований.

Ключевые слова: машинное обучение, прогнозирование качества почвы, алгоритмы машинного обучения, нейронные сети, сельское хозяйство

Финансирование: в данной исследовательской работе нет источника финансирования.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Топырақ-адамзат пен қоршаған орта үшін үлкен маңызы бар құнды табиғи ресурс. Топырақтың сапасы ауыл шаруашылығына, экологиялық тұрақтылыққа және сайып келгенде адам денсаулығына әсер етеді. Жер ресурстарын пайдалануды оңтайландыру және тұрақты егіншілік стандарттарын сақтау қазіргі әлемде маңызды міндеттерге айналуда.

Топырақ сапасы ауыл шаруашылығының өнімділігі мен экологиялық тұрақтылығының негізгі анықтаушысы болып табылады. Қоректік заттардың мөлшері, рН деңгейі және құрылымы сияқты топырақ параметрлерін түсіну және болжау ауыл шаруашылығы тәжірибесін оңтайландыру, дақылдардың жоғары өнімділігіне қол жеткізу және жерді тиімді басқару үшін өте маңызды. Дәстүр бойынша, топырақты талдау уақытты қажет ететін көп уақытты қажет ететін әдістерге негізделген, бірақ машиналық оқытудың пайда болуы тезірек және дәлірек шешімдерді ұсына отырып, осы салада төңкеріс жасады (Чинилин, 2018).

Топырақтың сапасын болжау және оның сипаттамаларын түсіну ауыл шаруашылығы мен қоршаған ортаны басқарудың негізгі элементтеріне айналды. Дегенмен, топыраққа қатысты деректердің күрделілігі мен көлеміне байланысты дәстүрлі талдау әдістері жиі жеткіліксіз болып шығады. Осы мәселелердің туындауынан машина оқыту тиімді болып келеді.

Машиналық оқыту деректерді талдауға, үлгілерді анықтауға және болашақ топырақ сапасының мәндерін болжауға арналған қуатты құралдарды ұсынады. Бұл мақалада біз топырақты талдауда машиналық оқытуды қолдану үшін қолданылатын әртүрлі алгоритмдер мен әдістерді қарастырамыз. Біз сондай-ақ топырақ сапасын болжауда жақсы нәтижелерге қол жеткізу үшін деректерді жинау мен өңдеудің және географиялық контекстті есепке алудың маңыздылығын талқылаймыз.

Машиналық оқыту арқылы топырақ сапасын түсіну және болжау тұрақты жерді басқару мен ауыл шаруашылығына қол жеткізудің негізгі құралы болып табылады, бұл өз кезегінде біздің планетамыздың сақталуына және азық-түлік қауіпсіздігіне ықпал етеді.

Тұрақты ауыл шаруашылығы мен экологиялық тұрақтылық барған сайын маңызды болып отырған қазіргі әлемде топырақ сапасын болжау маңызды болып табылады. Топырақ сапасы ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігіне, жерді пайдалану тиімділігіне және табиғи ресурстарды сақтауға тікелей әсер етеді. Осы тұрғыда машиналық оқытуды қолдану топырақ жағдайын талдау және болжау үшін қуатты құралға айналады.

Бұл зерттеуде біз топырақ сапасын болжау үшін қолданылатын әртүрлі алгоритмдер мен машиналық оқыту әдістерін қарастырамыз. Біз олардың қалай жұмыс істейтінін тереңірек зерттейміз, сондай-ақ болжам дәлдігін жақсарту үшін қандай деректер түрлері мен параметрлерді пайдалануға болатынын талдаймыз. Топырақ сапасын бағалаудың дәл және сенімді үлгілерін әзірлеу тек ауыл шаруашылығы үшін ғана емес, сонымен қатар жерді тұрақты басқару және жалпы экологиялық тұрақтылық үшін де үлкен маңызға ие.

Соңғы онжылдықтардағы машиналық оқыту мен жасанды интеллект саласындағы жетістіктер зерттеушілер мен фермерлер үшін топырақты басқарудың сапасы мен тиімділігін арттыру үшін жаңа перспективалар ашты. Машиналық оқыту топырақтың тығыздығы, ылғал деңгейі, қоректік заттардың мазмұны және бұрын өте қиын және көп уақытты қажет ететін басқа параметрлер сияқты топырақ денсаулығына әсер ететін көптеген факторларды талдауға мүмкіндік береді.

Бұл жұмыста ұсынылған тәсілдерді ауыл шаруашылығында да, экологиялық жобаларда да топырақ сапасын бақылау және жақсарту үшін қолдануға болады. Осы әдістерді ауылшаруашылық операцияларына біріктіру арқылы өнімділікті оңтайландыруға, шығындарды азайтуға және қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға қол жеткізуге болады.

Топырақ сапасын болжау үшін машиналық оқытуды қолдануды зерттеу ауыл шаруашылығының тұрақты дамуына және қоршаған ортаны қорғауға елеулі үлес қосатын өзекті және перспективалы бағыт болып табылады. Бұл жұмыста біз әртүрлі әдістерді қарастырамыз, олардың артықшылықтары мен шектеулеріне талдау жасаймыз, сондай-ақ топырақ сапасын жақсарту және болашақта ауыл шаруашылығының тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін осы әдістерді практикалық қолдану бойынша ұсыныстар береміз.

Бұл жұмыста біз машиналық оқытудың классикалық және заманауи әдістерін, сондай-ақ топырақ сапасын болжау мәселесін шешу үшін терең оқытуды қолдануды қарастырамыз. Біздің мақсатымыз-топырақ сапасын дәлірек және сенімді болжауға ықпал ететін өзекті тәсілдер мен технологияларға шолу жасау, бұл өз кезегінде ауыл шаруашылығының тұрақты дамуына және қоршаған ортаны қорғауға ықпал етеді.

Топырақты талдауда машиналық оқытуды қолдану үшін қолданылатын әртүрлі алгоритмдер мен әдістерге шолу

Машиналық оқыту-деректерді талдау және зерттеу үшін алгоритмдерді қолданатын жасанды интеллект саласы. Бұл алгоритмдер заңдылықтарды анықтауға және осы мәліметтер негізінде болжам жасауға арналған. Ауыл шаруашылығында Машиналық оқыту ауа-райы мен топырақ жағдайынан бастап өнімділік пен нарық деректеріне дейінгі ақпараттың кең ауқымын талдау үшін қолданылады (Симбатова, 2016).

Ауыл шаруашылығында машиналық оқытуды қолданудың бірнеше әдісі бар. Мұнда бірнеше мысалдар келтірілген:

Дәл егіншілік

Дәл егіншілік өнімділікті оңтайландыру және қалдықтарды азайту үшін деректер мен технологияларды пайдалануды қамтиды. Машиналық оқыту алгоритмдері датчиктерден, дрондардан және басқа көздерден алынған деректерді талдап, су немесе қоректік заттар жетіспейтін өріс аймақтарын анықтай алады. Содан кейін бұл ақпаратты суаруды түзету немесе ұрықтандыру, дақылдардың денсаулығын жақсарту және қалдықтарды азайту үшін пайдалануға болады.

Егінді бақылау

Машиналық оқыту алгоритмдерін дақылдарды бақылау және өнімділікті болжау үшін де пайдалануға болады. Сенсорлық деректер мен спутниктік суреттерді талдай отырып, бұл алгоритмдер аурудың немесе стресстің алғашқы белгілерін анықтап, фермерлерге шара қолдану керектігін ескертеді. Олар сондай-ақ ауа-райына және басқа факторларға негізделген өнімділікті болжай алады, бұл фермерлерге егін жинауды жоспарлауға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Мал шаруашылығын басқару

Машиналық оқыту мал шаруашылығын басқаруды жақсарту үшін де қолданылады. Сенсорлар мен бақылау құрылғыларындағы деректерді талдай отырып, бұл алгоритмдер жануарлардың денсаулығы мен мінез-құлқын бақылап, фермерлерге ықтимал мәселелер туралы ескертеді. Олар сондай-ақ жануардың қашан өсіруге немесе сатуға дайын болатынын болжай алады, бұл фермерлерге өз операцияларын оңтайландыруға және тиімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Егін және топырақ талдауы

Машиналық оқыту алгоритмдерін фермерлерге олардың дақылдары мен топырағының жай-күйі туралы құнды ақпарат бере отырып, топырақ үлгілері мен дақылдарды талдау үшін де пайдалануға болады. Датчиктер мен басқа көздерден алынған деректерді талдай отырып, бұл алгоритмдер қоректік заттардың жетіспеушілігін, PH теңгерімсіздігін және басқа мәселелерді анықтай алады, бұл фермерлерге түзету шараларын қабылдауға және өнімділікті арттыруға мүмкіндік береді.

Машиналық оқыту топырақ сапасын талдау және болжау үшін қолдануға болатын алгоритмдер мен әдістердің кең ауқымын ұсынады. Міне, осы салада кеңінен қолданылатын бірнеше негізгі алгоритмдер мен әдістер:

Сызықтық регрессия: бұл әдіс әртүрлі факторлар мен топырақ параметрлері арасындағы сызықтық қатынастарды модельдеуге мүмкіндік береді. Мысалы, сызықтық регрессияны химиялық талдауларға негізделген топырақтағы белгілі бір қоректік заттардың құрамын болжау үшін пайдалануға болады.

Шешім қабылдау ағаштары: шешім қабылдау ағаштары РН, органикалық заттар және топырақ құрылымы сияқты әртүрлі белгілерге негізделген деректерді кішірек топтарға бөледі. Бұл топырақ сапасына әсер ететін негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік береді.

Кездейсоқ орман: кездейсоқ орман-бұл тұрақтылық пен дәлірек болжамдарды қамтамасыз ететін шешім қабылдау ағаштарының ансамблі. Ол маңызды белгілерді автоматты түрде анықтай алады және топырақ параметрлері арасындағы күрделі қатынастарды анықтай алады.

Нейрондық желілер: нейрондық желілерді қолдана отырып терең оқыту деректердегі күрделі сызықтық емес заңдылықтар мен қатынастарды автоматты түрде ажырата алады. Бұл әсіресе топырақ сапасына әсер ететін көптеген параметрлерді талдауда пайдалы.

Негізгі компонент әдісі (PCA): PCA деректердің өлшемділігін төмендету және топырақтың маңызды белгілерін бөліп көрсету үшін қолданыла алады. Бұл негізгі ақпаратты сақтай отырып, талдауды жеңілдетуге және параметрлер санын азайтуға мүмкіндік береді.

Анықтамалық векторлық әдіс (SVM): SVM топырақ деректерін жіктеу және регрессиялау үшін қолданылады. Ол "егіншілікке жарамды" немесе "жарамсыз" сияқты топырақ сапасының санаттарын анықтау үшін қолданылуы мүмкін".

Кластерлік талдау: бұл әдіс топырақ үлгілерін олардың ұқсастығына қарай топтастыруға мүмкіндік береді. Бұл әртүрлі аймақтар немесе учаскелер арасындағы топырақ сипаттамаларының айырмашылықтарын анықтау үшін пайдалы.

Ансамбль әдістері: бэггинг және бустинг сияқты бірнеше модельдерді біріктіру болжамдардың сапасын жақсартады және модельдің тұрақтылығын арттырады.

Бұл машиналық оқыту әдістері қол жетімді деректер негізінде топырақ сапасын талдауға және болжауға қабілетті модельдер жасауға мүмкіндік береді. Нақты алгоритмді таңдау деректердің сипатына, тапсырмаға және қол жетімді ресурстарға байланысты. Сондай-ақ, көптеген зерттеушілер топырақ сапасын талдау мен болжауда жақсы нәтижелерге қол жеткізу үшін бірнеше әдістерді біріктіретінін ескеру маңызды.

Деректерді жинау және өңдеу

Топырақты талдауға машиналық оқытуды қолдану үшін химиялық

құрамы, құрылымы, тыңайтқыш тарихы, климаттық деректер және т.б. сияқты әртүрлі топырақ параметрлері туралы деректерді жинау қажет. Географиялық контекстті де ескеру маңызды, өйткені топырақтың сапасы әр түрлі аймақтарда әр түрлі болуы мүмкін (Жуков, 2015).

Деректерді өңдеу деректерді тазалауды, қалыпқа келтіруді және машиналық оқыту үлгілерін оқытуға жарамды пішімге түрлендіруді қамтиды.

Топырақтың сипаттамаларын болжай алатын Машиналық оқыту моделін құру үшін топырақ параметрлері мен сәйкес кіріс параметрлері туралы ақпаратты қамтитын мәліметтер жиынтығы қажет. Модельді тиімді оқыту үшін жеткілікті деректердің болуын қамтамасыз ету маңызды. Деректер неғұрлым көп болса, модельдің нәтижелері соғұрлым дәл және сенімді болады. Сондай-ақ деректердің сапасына назар аудару, ауытқуларды, жетіспейтін мәндерді немесе қателерді тексеру және топырақтың әртүрлі сипаттамалары үшін деректердің тепе-теңдігін қамтамасыз ету маңызды (Смирнова, 2017).

Қажетті мәліметтер жиынтығын жинаудың екі әдісі бар: жергілікті жерде өз бетінше ақпарат жинау немесе топырақ пен ауылшаруашылық дақылдары туралы ақпарат жинаумен айналысатын аграрлық ұйымдар, ғылыми-зерттеу мекемелері немесе мемлекеттік органдар ұсынатын ашық деректер жиынтығын пайдалану.

Деректер жиынтығы немесе dataset-бұл өзара байланысты және белгілі бір форматта ұйымдастырылған құрылымдық немесе құрылымданбаған мәліметтер жиынтығы. Мұндай деректер жиынтығы сандық мәндерді, мәтіндік ақпаратты, суреттерді, аудио файлдарды және басқа да деректер түрлерін қамтуы мүмкін.

Деректер жиынтығы деректерді талдау және машиналық оқыту контекстінде қолданылады, мұнда деректер модельдерді оқыту, үлгілерді анықтау, болжау және шешім қабылдау үшін қолданылады. Ол кесте, матрица, тізім немесе басқа деректер құрылымы ретінде ұсынылуы мүмкін, онда әр жол Жеке деректер элементін білдіреді және бағандарда сол деректердің әртүрлі атрибуттары немесе сипаттамалары болады. Деректер жиынтығын сауалнамалар, эксперименттер, сенсорлар, мәліметтер базасы және интернет сияқты әртүрлі көздерден алуға болады. Оны шығарындыларды жою, өткізіп алған мәндерді толтыру немесе нақты талдау немесе модельдеу тапсырмаларында пайдалану ыңғайлылығы үшін деректер пішімін өзгерту үшін алдын ала өңдеуге, тазартуға және түрлендіруге болады (Сахабиев, 2015). Деректер жиынтығының маңызды сипаттамалары оның мөлшері, әртүрлілігі, сапасы, қол жетімділігі және өзектілігі болып табылады. Дұрыс деректер жиынтығын таңдау деректерді талдау мен машиналық оқытудағы маңызды қадам болып табылады, өйткені деректердің сапасы мен репрезентативтілігі талдаудан алынған модельдер мен тұжырымдардың нәтижелері мен сенімділігіне айтарлықтай әсер етеді. Деректер көзі ретінде Kaggle сайтынан dataset пайдалану туралы шешім қабылданды (Kaggle

Research Prediction Competition, 2014). Dataset сілтемесі: <https://www.kaggle.com/datasets/prasanshasatpathy/soil-types>.

Мақсаты алгоритм-оқытылған модельді қолдану арқылы фотосурет арқылы топырақ түрін анықтау және егін отырғызу бойынша ұсыныстар беру.

Топырақты тану бағдарламасы Google colab кодын іске қосу ортасын пайдаланып Python тілінде жазылған. Мақсатқа жету үшін TensorFlow кітапханасында орналасқан mobilenetv2 алдын - ала дайындалған конволюциялық keras нейрондық желі қолданылды (Trendo, 2019).

Мұнда Mobile Net V2 пайдаланудың кейбір артықшылықтары берілген:

*Тиімділік: MobileNetV2 Модель өлшемі бойынша да, есептеу талаптары бойынша да тиімді болатындай етіп жасалған. Бұл мобильді немесе EDGE перифериялық құрылғылары сияқты есептеу ресурстары шектеулі сценарийлер үшін жақсы таңдау.

*Жылдамдық: жеңіл архитектурасының арқасында MobileNetV2 логикалық тұжырымды тез орындай алады, бұл оны нақты уақыт режимінде немесе нақты уақыт режимінде қолданбалар үшін практикалық таңдау жасайды.

*Зерттелген технологиялардың үлкен базасы: MobileNetV2 imagenet-тің үлкен деректер жиынтығында алдын-ала дайындалған, яғни ол кескінді жіктеудің әртүрлі тапсырмалары үшін пайдалы болуы мүмкін көптеген мүмкіндіктерді зерттеді.

* Трансферлік оқыту: MobileNetV2 трансферлік оқыту үшін жиі қолданылады. Сіз imagenet-те желі үйренген мүмкіндіктердің артықшылығын пайдалана аласыз және оларды нақты деректер жиынтығы үшін дәл реттей аласыз. Бұл көбінесе тезірек конвергенцияға және өнімділіктің жоғарылауына әкеледі.

*Икемділік: MobileNetV2 сіздің нақты талаптарыңызға сәйкес келетін масштабтау коэффициенті мен кіріс өлшемін таңдауға мүмкіндік береді. Оны кескіннің әртүрлі өлшемдері мен сапасына оңай бейімдеуге болады.

*Дәлдік: MobileNetV2 тиімді болу үшін жасалғанына қарамастан, ол әлі де ақылға қонымды дәлдікті қамтамасыз етеді, әсіресе сынып саны салыстырмалы түрде аз топырақ түрлерін жіктеу сияқты тапсырмалар үшін.

Нейрондық желіні оқыту және тексеру үшін топырақтың 5 түрі бар датасет қолданылды: кара топырақ (кара топырақ), латеритті топырақ, күл, шымтезек топырағы, сары топырақ(сары топырақ).

Датасет тек оқу үшін пайдаланылды. Нейрондық желіні одан әрі пайдалану кез-келген топырақ фотосуреттерін жүктеуге мүмкіндік береді.

1. MobileNetV2 көмегімен CNN моделін құру

```
base_model = MobileNetV2(input_shape=(IMG_HEIGHT, IMG_WIDTH, 3),  
include_top=False, weights='imagenet')
```

```
x = GlobalAveragePooling2D()(base_model.output)
```

```
x = Dense(1024, activation='relu')(x)
```

```
predictions = Dense(NUM_CLASSES, activation='softmax')(x)
```

```
model = Model(inputs=base_model.input, outputs=predictions)
2. Кіріс деректерін алдын ала өңдеу және модельді оқытуды бастау
train_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1./255, shear_range=0.2, zoom_
range=0.2, horizontal_flip=True)
train_generator = train_datagen.flow_from_directory(train_dir, target_
size=(IMG_HEIGHT, IMG_WIDTH),
batch_size=BATCH_SIZE, class_mode='categorical')
test_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1./255)
test_generator = test_datagen.flow_from_directory(test_dir, target_
size=(IMG_HEIGHT, IMG_WIDTH),
batch_size=BATCH_SIZE, class_mode='categorical')
# Train the model
model.fit(train_generator, epochs=EPOCHS, validation_data=test_generator)
3. Фотосурет бойынша топырақ түрін болжау
from tensorflow.keras.preprocessing import image
def predict_soil_type(image_path):
img = image.load_img(image_path, target_size=(IMG_HEIGHT, IMG_
WIDTH))
img_array = image.img_to_array(img)
img_array = np.expand_dims(img_array, axis=0)
img_array /= 255.0
predictions = model.predict(img_array)
predicted_class = np.argmax(predictions)
for class_label, class_idx in class_labels.items():
if class_idx == predicted_class:
return class_label
4. Фотосуретті жүктеу және болжау функциясын шақыру
image_path = '/example.jpg'
predicted_soil_type = predict_soil_type(image_path)
print("Predicted Soil Type:", predicted_soil_type)
Оқытылған нейрондық желіні сынау үшін шымтезек топырағының
фотосуреті алынды. image_path = '/example1.jpg'
predicted_soil_type = predict_soil_type(image_path)
print("Predicted Soil Type:", predicted_soil_type)
Нейрондық желіні оқыту процесі:
Epoch 1/20
5/5 [=====] - 19s 3s/step - loss: 2.6404 -
accuracy: 0.2785 - val_loss: 1.4270 - val_accuracy: 0.4937
Epoch 2/20
5/5 [=====] - 19s 4s/step - loss: 1.2445 -
accuracy: 0.5570 - val_loss: 0.8380 - val_accuracy: 0.7215
Epoch 3/20
```


5/5 [=====] - 19s 4s/step - loss: 0.9527 - accuracy: 0.6962 - val_loss: 0.6327 - val_accuracy: 0.8038
Epoch 4/20
5/5 [=====] - 15s 3s/step - loss: 0.5256 - accuracy: 0.8101 - val_loss: 0.4505 - val_accuracy: 0.8418
Epoch 5/20
5/5 [=====] - 18s 4s/step - loss: 0.3974 - accuracy: 0.8418 - val_loss: 0.3311 - val_accuracy: 0.8481
Epoch 6/20
5/5 [=====] - 15s 3s/step - loss: 0.3445 - accuracy: 0.8861 - val_loss: 0.3238 - val_accuracy: 0.8671
Epoch 7/20
5/5 [=====] - 15s 3s/step - loss: 0.3166 - accuracy: 0.8608 - val_loss: 0.2688 - val_accuracy: 0.9114
Epoch 8/20
5/5 [=====] - 20s 4s/step - loss: 0.2432 - accuracy: 0.9051 - val_loss: 0.1930 - val_accuracy: 0.9430
Epoch 9/20
5/5 [=====] - 17s 4s/step - loss: 0.2372 - accuracy: 0.9367 - val_loss: 0.2088 - val_accuracy: 0.9367
Epoch 10/20
5/5 [=====] - 14s 3s/step - loss: 0.1726 - accuracy: 0.9494 - val_loss: 0.1968 - val_accuracy: 0.9367
Epoch 11/20
5/5 [=====] - 19s 4s/step - loss: 0.1830 - accuracy: 0.9494 - val_loss: 0.1710 - val_accuracy: 0.9430
Epoch 12/20
5/5 [=====] - 18s 4s/step - loss: 0.1431 - accuracy: 0.9684 - val_loss: 0.1279 - val_accuracy: 0.9684
Epoch 13/20
5/5 [=====] - 19s 4s/step - loss: 0.1350 - accuracy: 0.9557 - val_loss: 0.1538 - val_accuracy: 0.9430
Epoch 14/20
5/5 [=====] - 17s 4s/step - loss: 0.2014 - accuracy: 0.9367 - val_loss: 0.1286 - val_accuracy: 0.9557
Epoch 15/20
5/5 [=====] - 15s 3s/step - loss: 0.1559 - accuracy: 0.9304 - val_loss: 0.1311 - val_accuracy: 0.9557
Epoch 16/20
5/5 [=====] - 17s 4s/step - loss: 0.2065 - accuracy: 0.9430 - val_loss: 0.2595 - val_accuracy: 0.9051
Epoch 17/20

```
5/5 [=====] - 20s 4s/step - loss: 0.2064 -  
accuracy: 0.9241 - val_loss: 0.0976 - val_accuracy: 0.9747
```

Epoch 18/20

```
5/5 [=====] - 17s 4s/step - loss: 0.1110 -  
accuracy: 0.9620 - val_loss: 0.2028 - val_accuracy: 0.9177
```

Epoch 19/20

```
5/5 [=====] - 19s 4s/step - loss: 0.0913 -  
accuracy: 0.9873 - val_loss: 0.0980 - val_accuracy: 0.9810
```

Epoch 20/20

```
5/5 [=====] - 19s 4s/step - loss: 0.1439 -  
accuracy: 0.9557 - val_loss: 0.1330 - val_accuracy: 0.9304
```

```
Class Labels: {'Black Soil': 0, 'Cinder Soil': 1, 'Laterite Soil': 2, 'Peat Soil': 3,  
'Yellow Soil': 4}
```

```
Predicted Soil Type: Peat Soil (торфяная почва)
```

```
Валидацияға негізделген модельдің дәлдігін бағалау
```

```
test_loss, test_accuracy = model.evaluate(test_generator)
```

```
print("Test Loss:", test_loss)
```

```
print("Test Accuracy:", test_accuracy)
```

```
5/5 [=====] - 9s 2s/step - loss: 0.1315 -  
accuracy: 0.9557
```

```
Test Loss: 0.13151705265045166
```

```
Test Accuracy: 0.9556962251663208
```

5. *Шатасу матрицасын құру (confusion matrix)*. Шатасу матрицасы- бұл нақты мәндер белгілі болатын тестілік деректер жиынтығындағы жіктеу моделінің өнімділігін сипаттауға арналған кестелік көрініс.

Confusion Matrix:

Егін егу бойынша ұсынымдар беру

```
def predict_soil_and_recommend(image_path):
```

```
    # Predict the soil type using the soil classification model
```

```
    predicted_soil_type = predict_soil_type_with_loaded_model(image_path)
```

```
    planting_recommendations = {
```

```
        'Black Soil': 'Good for a variety of crops, including vegetables and grains.',
```

```
        'Cinder Soil': 'May need soil improvement for most crops, consider raised
```

```
bed gardening.',
```

```
        'Laterite Soil': 'Good for certain fruit trees and shrubs but may need soil  
amendments for vegetables.',
```

```
        'Peat Soil': 'Not suitable for most crops without significant amendments.',
```

```
        'Yellow Soil': 'Good for some crops, like sunflowers and maize.'
```

```
    }
```

```
    # Check if the predicted soil type is in the recommendations dictionary
```

```
    if predicted_soil_type in planting_recommendations:
```

```
        return f"Recommended for {predicted_soil_type}: {planting_  
recommendations[predicted_soil_type]}"
```

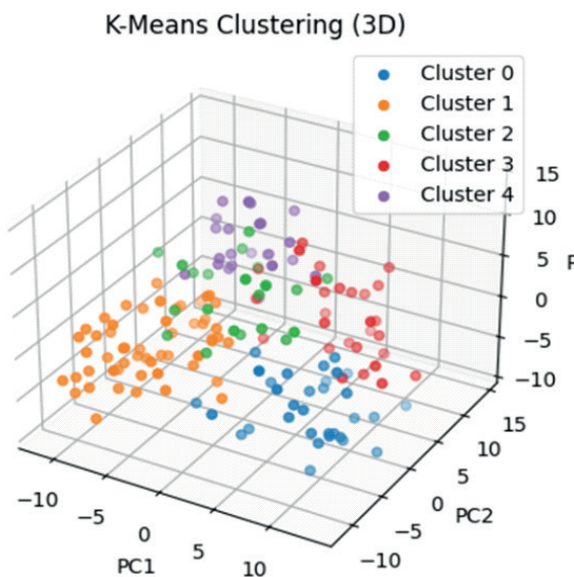
else:

return "Soil type prediction not available or not recognized."

К-орташа кластерлеу:

Жақын көршілердің k әдісінде k -NN-сынақ үлгісінің әрбір нысанын жіктеу үшін келесі операцияларды дәйекті түрде орындау қажет:

- * Оқу үлгісінің объектілерінің әрқайсысына дейінгі қашықтықты есептеңіз;
- * Қашықтығы минималды болатын оқу үлгісінің k объектілерін таңдаңыз;
- * Жіктелетін объект класы-ең жақын көршілердің k арасында жиі кездесетін класс.



Сур. 1. К-орташа кластерлеу алгоритмі
(Fig. 1. K-means clustering algorithm)

Осы мысалдың контекстінде кластерлер суреттерден алынған белгілерге негізделген ұқсас сипаттамалары бар топырақ үлгілерінің топтарын немесе санаттарын білдіреді. Әр кластер-бұл басқа кластерлердегі үлгілерге қарағанда бір-біріне ұқсас топырақ үлгілерінің жиынтығы (1-сурет).

Кластерлеу алгоритмі (бұл жағдайда k -орташа) деректер жиынтығын кластерлерге бөлу арқылы осы топтарды анықтайды, мұнда әр кластер белгілер кеңістігінде бір-біріне жақын орналасқан үлгілерден тұрады. Алгоритм топырақтың әрбір үлгісін оның белгілерін көрсету негізінде кластерлердің біріне жатқызады.

Кластерлердің мәні немесе интерпретациясы мәліметтермен қолданылатын функцияларға байланысты. Бұл жағдайда белгілер кескін деректерінен алынады және кластерлеу алгоритмі кескіндердегі визуалды ұқсастық негізінде топырақ үлгілерін топтастыру үшін қолданылады. Кластерлердің

нақты интерпретациясы әртүрлі болуы мүмкін және деректердің сипатына және сіз шешуге тырысып жатқан мәселеге байланысты.

Мысалы, егер топырақ үлгілері түсі, құрылымы немесе басқа көрнекі сипаттамалары бойынша көрнекі түрде ұқсас болса, кластерлер әртүрлі топырақ түрлерін (мысалы, құмды, сазды, сазды және т.б.) көрсете алады. Сонымен қатар, кластерлер топырақтың сапасы немесе ылғалдылығы сияқты топырақ жағдайындағы айырмашылықтарды көрсете алады. Кластерлердің мәні сіз осы кластерлік талдау арқылы шешетін мәселенің пәндік саласы мен контекстін білу негізінде анықталуы керек.

Бағдарламаны шығару:

Test Loss: 0.07610226422548294

Test Accuracy: 0.9873417615890503

Predicted Soil Type: Peat Soil

Recommended for Peat Soil: Not suitable for most crops without significant amendments.

Input Image:



Сур.2. Нәтижесінде шымтезек топырағы
(Fig.2. According to the results peat soil)

Біздің жүктелген фотосурет бойынша ұсыныстар:

Recommended for Peat Soil: Not suitable for most crops without significant amendments.

(Шымтезек топырағы үшін ұсынылады: айтарлықтай өзгеріссіз көптеген дақылдар үшін қолайлы емес.)

Қорытынды

Топырақ сапасын талдау мен болжауда Машиналық оқыту әдістерін қолдану ауыл шаруашылығы мен экологиядағы өзекті және перспективалы

бағыт болып табылады. Бұл мақалада осы мақсатқа жету үшін қолданылатын әртүрлі алгоритмдер мен әдістер қарастырылды.

Машиналық оқыту топырақ сипаттамалары арасындағы күрделі қатынастарды тиімді модельдеуге және олардың өнімділігі, қоректік заттар және басқа да маңызды көрсеткіштер сияқты параметрлерін болжауға мүмкіндік береді. Сызықтық регрессия, шешім қабылдау ағаштары, кездейсоқ ормандар, нейрондық желілер, негізгі компоненттер әдісі және т.б. сияқты әдістер зерттеушілер мен ауылшаруашылық мамандарына талдау және болжау құралдарының кең ауқымын ұсынады.

Дегенмен, дұрыс әдісті таңдау нақты тапсырмаға, деректердің сипатына және қол жетімді ресурстарға байланысты екенін есте ұстаған жөн. Зерттеушілер мен ауылшаруашылық кәсіпорындары әртүрлі әдістерді сәтті біріктіріп, модельдерді өз қажеттіліктеріне қарай реттей алады.

Топырақты талдауда машиналық оқытуды қолдану ауыл шаруашылығының тиімділігін арттыруға, Жер ресурстарын тұрақты пайдалануға ықпал етуге және өнімділік деңгейін арттыруға уәде береді. Осы саладағы қосымша зерттеулер дәлірек және экологиялық тұрақты егіншілікке ықпал ететін жаңа әдістер мен технологияларға әкелуі мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР

Жуков А.В., Андрусевич К.В., Покуса А.Ю., Лапко Е.В. (2015). Байесовский подход для оценки гетерогенизации пространственного распределения почвенных свойств. *Acta Biologica Sibirica*, — 1 (3-4). — С. 76–91.

Сахабиев И.А. & Рязанов С.С. (2015). Исследование пространственной изменчивости свойств почв с использованием геостатистического подхода. *Российский журнал прикладной экологии*. — (2 (2)). — С. 32–37.

Симбатова А.Т., Рязанов С.С., Сахабиев И.А. (2016). Моделирование пространственного распределения органического вещества почв: обзор современных подходов. *Российский журнал прикладной экологии*. — (2 (6)). — С. 48–54.

Смирнова М.А., Геннадиев А.Н. (2017). Количественная оценка почвенного разнообразия: теория и методы исследования. *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. — (4). — 3–11.

Чинилин А.В., Савин И.Ю. (2018). Крупномасштабное цифровое картографирование содержания органического углерода почв с помощью методов машинного обучения. *Бюллетень Почвенного института им. В. В. Докучаева*, (91), 46–62.

Kaggle Research Prediction Competition: Predict physical and chemical properties of soil using spectral measurements with machine learning, — 2014. URL: <https://kaggle.com/c/afsis-soil-properties>

Trendo N.M., Varas S., Zeng M. (2019). Digital technologies in agriculture and rural areas – Status report. Rome. Licence: cc by-nc-sa 3.0 igo.

REFERENCES

Chinilin A.V., Savin I.Yu. (2018). Large-scale digital mapping of soil organic carbon content using machine learning methods. *Bulletin of the V. V. Dokuchaev Soil Institute*. — (91). — Pp. 46–62.

Kaggle Research Prediction Competition: Predict physical and chemical properties of soil using spectral measurements with machine learning, — 2014. URL: <https://kaggle.com/c/afsis-soil-properties>

Simbatova A.T., Ryazanov S.S., Sahabiev I.A. (2016). Modeling the spatial distribution of soil

organic matter: a review of modern approaches. Russian Journal of Applied Ecology. — (2 (6)). — Pp. 48–54.

Smirnova M.A., Gennadiev A.N. (2017). Quantitative assessment of soil diversity: theory and research methods. Bulletin of the Moscow University. Series 5. Geography. — (4). — Pp. 3–11.

Sahabiev I.A. & Ryazanov S.S. (2015). Investigation of spatial variability of soil properties using a geostatistical approach. Russian Journal of Applied Ecology. — (2 (2)). — Pp. 32–37.

Trendo N.M., Varas S., Zeng M. (2019). Digital technologies in agriculture and rural areas – Status report. Rome. Licence: cc by-nc-sa 3.0 igo.

Zhukov A.V., Andrusevich K.V., Pokusa A.Yu., Lapko E.V. (2015). Bayesian approach for estimating heterogenization of spatial distribution of soil properties. Acta Biologica Sibirica. — 1 (3-4). — Pp. 76–91.

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. Dyusseminina	
DEVELOPMENT OF AN INNOVATIVE COURSE REENGINEERING OF INFORMATION PROCESSES.....	290
V. Shevtsov, A. Ismailova, Zh. Beldeubayeva, A. Satybaldiyeva, A. Nurpeisova	
MLVA AS A METHOD OF GENOTYPING AND ALGORITHMS FOR ITS IMPLEMENTATION USING GENOME-WIDE DATA.....	300
A.A. Shekerbek, A.A. Nekesova, Zh.Zh. Moldasheva, A.I. Ongarbayeva, A. Tokhaeva	
ANALYSIS OF PATHOLOGICAL CONDITIONS OF THE LUNG USING THE FRACTAL METHOD.....	313

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

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

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Подписано в печать 28.12.2023.

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

21,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.