

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



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

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

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

N E W S

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

**SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY**

2 (350)

APRIL – JUNE 2024

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

БАС РЕДАКТОР:

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

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

ТАКИБАЕВ 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 2. Number 350 (2024). 96–107
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.269>
UDK 681.518.3

© **A.E. Abzhanova**^{1*}, **A.A. Bykov**², **S.K. Sagnaeva**¹, **E.A. Abzhanov**³, **D.I. Surzhik**⁴,
2024

¹L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;

²Esil University, Astana, Kazakhstan;

³Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan;

⁴Murom Institute (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov”, Murom, Russian.

E-mail: abdygappar@mail.ru

OPTIMIZATION OF SOIL MODELING WITH CONSIDERATION OF UNDERGROUND GROUNDWATER

Abzhanova Ainagul Eralievna — master. Senior Lecturer of the Department of Information Systems of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: abdygappar@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Bykov Artem Aleksandrovich — Candidate of technical sciences, Esil University, Astana, Kazakhstan

E-mail: Bykov_a_a@list.ru. ORCID: 681.518.3;

Sagnayeva, Saule Kairolliyevna — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Systems of L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

E-mail: sagnaeva_tar@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Abzhanov Yeraly Abdigapparovich — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: abzhanov_Yeraly@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Surzhik Dmitry Igorevich — Associate Professor, Department of Management and Control in Technical Systems, Murom Institute (branch) of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Vladimir State University named after A.G. and N.G. Stoletov”

E-mail: arzerum@mail.ru. ORCID: 681.518.3.

Abstract. The increasing demand for groundwater worldwide requires increased attention to groundwater resources assessment, especially in the context of climate change. Awareness of the vulnerability of groundwater systems contributes to a better understanding of groundwater level dynamics and identifies signs of overexploitation by modeling soils containing areas with different electrical characteristics. Investigate a soil containing areas with diverse electrical characteristics to identify ways to optimize the use of groundwater resources and prevent possible negative effects of overuse. Take into account the diverse electrical characteristics to assess the status and potential of groundwater resources. Seek methods to more accurately identify areas at high risk of over- or depletion, which in turn contributes to the development of more effective groundwater

management and use to ensure sustainable development.

Keywords: information systems, soil improvement, technical reclamation, data-based approaches, reclamation efficiency

Financing: Not covered in this post.

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

© А.Е. Әбжанова^{1*}, А.А. Быков², С.К. Сагнаева¹, Е.Ә. Әбжанов³,
Д.И. Суржик⁴, 2024

¹Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана, Қазақстан;

²Esil университеті, Астана, Қазақстан;

³Қорқыт ата атындағы Қызылорда Университеті, Қызылорда, Қазақстан;

⁴«А.Г. және Н.Г. Столетовтер атындағы Владимир Мемлекеттік Университеті»
Жоғары білім берудің федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесінің
Муром институты, Муром, Ресей.
E-mail: abdygappar@mail.ru

ЖЕР АСТЫ ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП, ТОПЫРАҚТЫ МОДЕЛЬДЕУДІ ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Әбжанова Айнагүл Ералықызы — магистр. Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ ақпараттық жүйелер кафедрасының аға оқытушысы, Астана, Қазақстан

E-mail: abdygappar@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Быков Артем Александрович — т.ғ.к., Esil университетінің ақпараттық жүйелер және технологиялар кафедрасының меңгерушісі, Астана, Қазақстан

E-mail: Bykov_a_a@list.ru. ORCID: 681.518.3;

Сагнаева Сауле Кайроллаевна — ф-м.ғ.к., Л.Н. Гумилева атындағы ЕҰУ, жүйелік талдау және басқару кафедрасының доценті, Астана, Қазақстан

E-mail: sagnaeva_tar@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Әбжанов Ералы Әбдіғаппарұлы — ф-м.ғ.к., Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің «Математика және қолданбалы механика» кафедрасының қауымдастырылған профессорының м. а., Қызылорда, Қазақстан

E-mail: abzhanov_Yeraly@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Суржик Дмитрий Игоревич — т.ғ.к., “А.Г. және Н.Г. Столетовтер атындағы Владимир Мемлекеттік Университеті” Жоғары білім берудің федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесінің Муром институты Муром, Ресей Федерациясы

E-mail: arzerum@mail.ru. ORCID: 681.518.3.

Аннотация. Дүние жүзіндегі жер асты суларына сұраныстың артуы, әсіресе климаттың өзгеруі жағдайында, жер асты суларының қорын бағалауға көбірек көңіл бөлуді қажет етеді. Жер асты сулары жүйелерінің осалдығын түсіну жер асты сулары деңгейінің динамикасын жақсы түсінуге және әртүрлі электрлік сипаттамалары бар учаскелері бар топырақты модельдеу арқылы шамадан тыс пайдалану белгілерін анықтауға көмектеседі. Жер асты су ресурстарын пайдалануды оңтайландыру жолдарын анықтау және оларды артық пайдаланудың ықтимал теріс салдарын болдырмау мақсатында әртүрлі электрлік сипаттамалары бар учаскелерді қамтитын топырақты зерттеу. Жер асты су ресурстарының жай-күйі мен әлеуетін бағалау үшін әртүрлі электрлік сипаттамаларды ескере отырып. іздеу әдістері бұл

су қорларының шамадан тыс қанығу немесе сарқылу қаупі жоғары аймақтарды дәлірек анықтауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде тұрақты дамуды қамтамасыз ету үшін жер асты суларын басқару мен пайдаланудың тиімдірек металарын дамытуға ықпал етеді.

Түйін сөздер: Ақпараттық жүйелер, топырақты жақсарту, техникалық мелиорация, деректерге негізделген тәсілдер, мелиорацияның тиімділігі

Қаржыландыру: Бұл мақалада қаржыландыру қарастырылмаған.

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

© А.Е. Абжанова^{1*}, А.А. Быков², С.К. Сагнаева¹, Е.А. Абжанов³, Д.И. Суржик⁴,
2024

¹ЕНУ имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан;

²Университет Esil, Астана, Казахстан;

³Кызылординский Университет имени Коркыт ата, Кызылорда, Казахстан;

⁴Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», Муром, Россия.

E-mail: abdygappar@mail.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГРУНТА С УЧЕТОМ ПОДЗЕМНЫХ ГРУНТОВЫХ ВОД

Абжанова Айнагуль Ералиевна — магистр, старший преподаватель кафедры информационных системы ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: abdygappar@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Быков Артем Александрович — к.т.н., заведующий кафедрой Информационные системы и технологии Университета Esil, Астана, Казахстан

E-mail: Bykov_a_a@list.ru. ORCID: 681.518.3;

Сагнаева Сауле Кайроллаевна — к.ф.-м.н., доцент кафедры Системы автоматизации управления ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

E-mail: sagnaeva_tar@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Абжанов Ералы Абдугаппарович — к.ф.-м.н., и.о. ассоциированного профессора кафедры «Математика и прикладная механика» Кызылординского университета имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

E-mail: abzhanov_Yeraly@mail.ru. ORCID: 681.518.3;

Суржик Дмитрий Игоревич — к.т.н., доцент кафедры управления и контроля в технических системах Муромский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых», Муром, Российская Федерация

E-mail: arzerum@mail.ru. ORCID: 681.518.3.

Аннотация. Увеличение спроса на подземные воды во всем мире требует повышенного внимания к оценке запасов подземных вод, особенно в контексте изменения климата. Осознание уязвимости систем подземных вод способствует лучше понять динамику уровня грунтовых вод и выявить признаки чрезмерной эксплуатации путем моделирования грунта, содержащего участки с различными

электрическими характеристиками. Исследовать грунт, включающий участки с различными электрическими характеристиками, с целью выявления путей оптимизации использования подземных водных ресурсов и предотвращения возможных негативных последствий их избыточного использования. С учётом разнообразных электрических характеристик для оценки состояния и потенциала подземных водных ресурсов искать методы, которые позволят более точно выявить участки с высоким риском перенасыщения или истощения водных запасов, что в свою очередь способствует разработке более эффективных методов управления и использования подземных вод для обеспечения устойчивого развития.

Ключевые слова: информационные системы, улучшение почв, техническая мелиорация, подходы, основанные на данных, эффективность мелиорации

Финансирование: В данной публикации финансирование не рассмотрено.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Дүние жүзінде жер асты сулары тұщы судың ең үлкен қоры болып табылады, олар тұщы судың жалпы көлемінің 30% құрайды. Бұл ауыл шаруашылығы үшін, демек, бүкіл әлемдегі азық-түлік қауіпсіздігі үшін суару тұрғысынан өте маңызды ресурс. Дүние жүзіндегі су қажеттіліктерінің жартысына жуығы осы жер асты су ресурсы арқылы ел ішінде қанағаттандырылады, ал ол өнеркәсіптік су қажеттіліктері үшін негізгі жеткізуші болып табылады. Сонымен қатар, жер асты сулары жауын-шашынның ауытқуын азайтады және құрғақшылық кезінде өзен ағынын тиімді қолдайды. Олар тұщы судың негізгі көзі болғандықтан, халықтың өсуіне және судың жетіспеушілігіне байланысты жер асты суларының маңызы артты. Кейбір аудандар оған шамадан тыс тәуелді болып, жер асты суларын табиғи толтырумен салыстырғанда өте тез тұтынады, бұл жер асты суларының үнемі төмендеуіне әкеледі. Сонымен қатар, Азық-түлік өндірісінің тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін жер асты суларының деңгейін тұрақтандыру қажет.

Тұзды су көптеген жағалаудағы аудандарға терең енеді, қалалардың астындағы жер шөгеді, ал көптеген көпжылдық өзендер мен бұлақтар маусымдық сипатқа ие болады немесе су деңгейінің төмендеуіне байланысты мүлдем жоғалады. Жер асты суларының ресурстарын тұрақты пайдалануды қамтамасыз ету үшін алдын-ала тиісті шаралар қабылдау қажет.

Жер асты суларының қорларындағы динамикалық өзгерістер жер асты суларының активтерін тұрақты басқарудың негізгі элементтерінің бірі болып табылады. Жер асты суларының өмірдің көптеген салаларында шешуші рөліне байланысты жер асты суларының кеңістіктік және уақыттық ауытқулары сыни бақылауды қажет етеді. Жер асты суларының қозғалысын, қайнар көзін және жасын тереңірек түсіну жаңа ғылыми, техникалық, әлеуметтік және құқықтық мәселелерді, сондай-ақ суды пайдалануға қатысты қақтығыстар мен мәселелердің көбеюін қамтамасыз ету үшін қажет. Қазіргі уақытта жер асты суларын бақылау кейбір бөліктерде міндетті болып табылады.

Жер асты сулары уақыт өте келе өзгереді. Жыл мезгілдері өзгерген сайын, сондай-ақ жауын-шашынның көп түсуіне және жер асты суларын пайдалануға жауап ретінде жер асты суларының деңгейі көтеріледі және төмендейді. Жер асты суларының сапасы жыл мезгілдерінің өзгеруіне және жауын-шашынға, сондай-

ақ жерді пайдаланудың өзгеруіне әсер етуі мүмкін. Жер асты суларын бақылау аймақтық кеңестер мен унитарлық органдарға осы өзгерістерді бақылауға және түсінуге мүмкіндік береді.

Бұл зерттеудің мақсаты-жер асты суларының деңгейінің өзгеруін болжау міндеттерінде қолдануға болатын топырақты модельдеудің әртүрлі әдістеріне салыстырмалы талдау жүргізу.

Әдістер мен материалдар

Тұтастай алғанда, геологиялық ортаны компьютерлік модельдеу әртүрлі бағыттарда қолдану үшін құнды талдау және жақсарту құралдарын ұсынады. Бұл кез-келген ауылшаруашылық жұмыстары басталғанға дейін және оларды пайдалану кезінде алдын-алу шаралары алдында проблемалардың алдын алуға мүмкіндік береді, бұл беріктік пен қауіпсіздікті арттырады. Атап айтқанда, мұндай модельдеу геологиялық суреттің егжей-тегжейлі көрінісін алуға, топырақтың әртүрлі қабаттары мен сулы қабаттарды анықтауға мүмкіндік береді, бұл топырақтың көтергіштігі мен жер асты суларының күйіне айтарлықтай әсер етуі мүмкін, сонымен қатар олардың болашақта динамикасын болжайды.

Өлшемі бойынша геологиялық ортаны бір өлшемді – 1D (зондтау), екі өлшемді – 2D (кесу) және үш өлшемді – 3D (учаске, зерттеу аймағы) модель түрінде ұсынуға болады. (Bakpin және т.б., 2020).

Топырақтың электрлік қасиеттерін модельдеу кезінде алынған нәтижелердің дәлдігі мен өкілдігіне әсер етуі мүмкін бірнеше ықтимал проблемалар туындайды. Топырақтар олардың құрамында өте гетерогенді болуы мүмкін. Айқын гетерогенділігі бар жерлерде электр өткізгіштігін модельдеу әртүрлі минералогиялық және физикалық сипаттамаларды есепке алу қиынға соғуы мүмкін. Модельдеу уақыт өте келе ылғалдылықтың өзгеруінің динамикалық процестерін ескеруі керек. Жер асты түзілімдері немесе қабаттар сияқты зерттеу объектілерінің геометриясын дәл көрсету негізгі аспект болып табылады. Әртүрлі топырақ түрлерінің немесе геологиялық түзілімдердің кездесуі Сулы горизонттарды немесе жер асты суларының таралуын қоса алғанда, электр өткізгіштігінің әртүрлі өзгерістері болуы мүмкін шекараларды жасайды

Тұрақты токты электрмен барлаудың классикалық әдістерінің бірі-тік электрлік зондтау (АЭА) әдісі. Модельдеу кезінде көлденең қабатты модель ретінде ортаны білдіретін 1-d моделі қолданылады. Әрбір көлденең қабатта қарсылық айырмашылығы жоқ немесе ол шамалы. Ток тереңдікке батырылған кезде, айқын қарсылық келесі қабатқа жеткенде кезең-кезеңімен өзгереді (Das, 2016). ВЕЗДІҢ тікелей міндетін ханкель интегралын есептеу арқылы шешуге болады (O'Neill, 1975).

Бұл әдіс көптеген қабаттарды модельдеуге мүмкіндік береді, сонымен қатар интегралды сызықтық сүзгіге математикалық түрлендіру арқылы сызықтық сүзу әдісіне өзгертуге болады.

Кемшілігі-модельденген ортадағы әрбір көлденең қабаттың тұрақты меншікті кедергісі бар. Интегралды шешуде қажетті дәлдікке жету үшін айтарлықтай есептеу ресурстары қажет. Сонымен қатар, орта қабаттары беткейлері 15° - тан аспайтын жазық учаскелер түрінде ұсынумен шектеледі. Бұл шектеу қосымша ақпаратты есепке алуды қиындатады, бұл өз кезегінде нақты жағдайлардан айтарлықтай ауытқып кететін шешімге әкелуі мүмкін (Bogdan, 2018).

Компьютерлік графика принциптеріне негізделген кеңістіктік модельдеуді жүзеге асыру кезінде векторлық полигональды модель түрінде геологиялық ортаның беткі қабатын ұсыну тұжырымдамасы қолданылады (Zhurbin, 2006). Бұл модельдің әр көпбұрышы топырақтың гетерогенділігі объектісі үшін абстракция ретінде қызмет етеді, ал сақтау ортасы кеңістіктің әр нүктесінде берілген кедергімен сипатталады. Бұл әдіс геофизикалық деректерді өңдеудің көптеген заманауи бағдарламалық құралдарында қолданылады. Дегенмен, ұсынылған тәсіл шектеулерден босатылмайды. Ең алдымен, ол қоршаған орта параметрлерін есептеуді алдын-ала орнатылған құрылыммен ғана анықтайды. Екіншіден, геологиялық ортаға әртүрлі әсерлерді есепке алу мүмкіндігі жоқ. Бұл шектеулер геофизика және кеңістіктік компьютерлік модельдеу мәселелерінің кең ауқымын шешу үшін қосымша әдістерді қолдануды немесе өзгертулерді қажет етуі мүмкін.

Диэлектрик түрінде жасалған элементтердің эквивалентті схемаларын қолдануға негізделген физика-геологиялық ортаны модельдеу әдісі бар (Kuzichkin және т.б., 2018). Бұл әдіс параллель немесе тізбектей жалғанған белсенді және сыйымдылық кедергілері бар эквивалентті схема зерттелетін ортаны талдау үшін электрлік модель бола алады деп мәлімдейді. Модельдеу электр тогы, электр өрісі, сейсмикалық толқындар және басқа физикалық параметрлер сияқты геофизикалық өлшеу деректерін пайдаланады. Бұл өлшемдер модельдің эквивалентті схемасындағы белсенді және сыйымдылық кедергілерін есептеу үшін қолданылады. Бұл тәсіл топырақтың электр өткізгіштігі және диэлектрлік өткізгіштігі сияқты физикалық қасиеттерін егжей-тегжейлі зерттеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл әдіс геологиялық ортадағы физикалық процестер туралы түсінігімізді байытатын топырақтың әртүрлі қабаттарының тереңдігі мен таралуы сияқты геометриялық параметрлерді анықтауға мүмкіндік береді.

Ұсынылған модельде геологиялық орта бөлшектерді алмастырудың біріктірілген схемалары ретінде абстракцияланады, мұнда әрбір бөлшек зерттелетін ортаның микроөңірін білдіреді. Электрлік қасиеттерді талдау мақсатында қоршаған орта мен зерттеу объектілерін қамтитын ұяшық екі кедергімен сипатталады: R1 және R2. R1-ортаның диэлектрлік қасиеттерін сипаттайтын және таза реактивті кедергі. Бұл қарсылық диэлектрлік өткізгіштікке байланысты және қоршаған ортаның айнымалы электр өрісіне жауап беру қабілетіне әсер етеді.

R2 кедергісі екі түрлі ортаның белсенді кедергілерінің параллель қосылуы болып табылады. Бұл қоршаған ортадан өзгеше болуы мүмкін бөлінетін объектілердің меншікті кедергісін есепке алуды көрсетеді. Бұл тәсіл минералды қосындылар немесе су қабаттары сияқты геологиялық түзілімдердің жалпы ортаның электр өткізгіштігіне әсерін дәлірек ескеруге мүмкіндік береді.

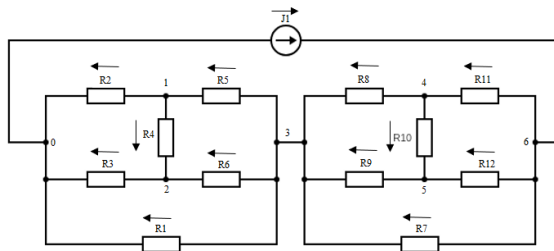
Осылайша, ұсынылған модель геологиялық ортаның электр өткізгіштігін егжей-тегжейлі зерттеу мақсатында реактивті және белсенді қарсылық ұғымдарын, сондай-ақ объектілердің меншікті кедергісін біріктіреді. Бөлшектерді алмастыру схемасын қолдана отырып, осы параметрлерді талдау геологиялық түзілімдердің қоршаған ортаның электрлік қасиеттеріне әсеріне байланысты тереңірек зерттеулер жүргізуге мүмкіндік береді.

Ортаны модельдеу кезінде ұяшықтарды қосу нәтижесінде күрделі электр тізбегі пайда болады, оны түйіндік потенциалдар (MUP) әдісі арқылы есептеуге болады (Giorgi et al, 2019). MUP-тің басты артықшылығы-оның күрделі электр

тізбектерін, соның ішінде көптеген жасушалары бар ортаны модельдеуді тиімді сипаттау қабілеті. MUP геофизикалық процестерді модельдеу үшін ыңғайлы және қол жетімді платформаны қамтамасыз ететін электр тізбегін талдауға арналған көптеген бағдарламалық пакеттерде кеңінен қолданылады. Нәтижесінде біз қоршаған орта элементтері арасындағы күрделі өзара әрекеттесулерді, демек, модельге әртүрлі сценарийлер мен әсерлерді зерттеу мүмкіндігін ескере аламыз.

Түйіндік потенциалдар әдісін қолдану шектеулер мен кемшіліктерді қамтиды. Олардың бірі-жоғары есептеу күрделілігі, әсіресе кеңістіктік ажыратымдылыққа қол жеткізу үшін көптеген қарапайым ұяшықтарды модельдеу қажет болған жағдайда. Бұл айтарлықтай шектеуші факторға айналуы мүмкін айтарлықтай есептеу ресурстары мен уақытты қажет етеді. Сонымен қатар, нәтижелердің дәлдігін қамтамасыз ету үшін модельденген ортаның параметрлері мен қасиеттерін дұрыс анықтау қажет.

2-х қосылған ұяшықтардан тұратын электр тізбегін есептеу мысалы:



Сурет. 1. Есептелетін тізбектің мысалы.

0 түйінін негізгі түйін ретінде қабылдайық.

Түйіндік теңдеулердің жалпы көрінісі:

$$[G] V = [J],$$

мұндағы-түйіндік кернеу векторы – түйіндік өткізгіштік матрицасы, - түйіндік ток векторы

Өткізгіштік матрицасының элементтерін есептеу келесі ережелерге сәйкес жүзеге асырылады:

1) түйінде жиналатын бұтақтардың өткізгіштігінің қосындысына тең (түйіннің меншікті өткізгіштігі);

2) түйіндер арасындағы бұтақтардың өткізгіштігінің қосындысына тең және минус белгісімен алынған (тармақтың өткізгіштігі).

Қарастырылып отырған тізбек үшін:

$$G_{11} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4}, \quad G_{12} = G_{21} = -\frac{1}{R_4}, \quad G_{33} = \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_8} + \frac{1}{R_9} + \frac{1}{R_7}, \quad G_{34} = G_{43} = -\frac{1}{R_8},$$

$$G_{35} = G_{53} = -\frac{1}{R_9}, \quad G_{36} = G_{63} = -\frac{1}{R_7}, \quad G_{44} = \frac{1}{R_8} + \frac{1}{R_{11}} + \frac{1}{R_{10}}, \quad G_{45} = G_{54} = -\frac{1}{R_{10}}, \quad G_{46} = G_{64} = -\frac{1}{R_{11}},$$

$$G_{55} = \frac{1}{R_9} + \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_{10}}, \quad G_{56} = G_{65} = -\frac{1}{R_{12}}, \quad G_{66} = \frac{1}{R_{11}} + \frac{1}{R_{12}} + \frac{1}{R_7}$$

Түйіндік токтардың векторы келесі ережелерге сәйкес қалыптасады:

I түйін тогы қосындыға тең:

- 1) тармақ кедергісінің қосындысына бөлінген ЭҚК Түйініне ағатын/ағатын көздер;
- 2) түйінге ағатын/ағатын ток көздері;
- 3) түйіннен шығатын ток көздері мен ЭҚК минус белгісімен, түйінге ағатын - плюс белгісімен алынады.

Қарастырылып отырған тізбек үшін:

$$J_1 = J_2 = J_3 = J_4 = J_5 = 0, J_6 = J_1$$

Түйіндік кернеулер векторының мәндерін есептегеннен кейін тізбек резисторларындағы токтарды есептеу орындалады:

$$I_{R_6} = \frac{V_3 - V_2}{R_6}, I_{R_5} = \frac{V_3 - V_1}{R_5}, I_{R_2} = \frac{V_1}{R_2}, I_{R_3} = \frac{V_2}{R_3}, I_{R_4} = \frac{V_1 - V_2}{R_4}, I_{R_1} = \frac{V_3}{R_1}, I_{R_8} = \frac{V_4 - V_3}{R_8},$$
$$I_{R_9} = \frac{V_5 - V_3}{R_9}, I_{R_{11}} = \frac{V_6 - V_4}{R_{11}}, I_{R_{12}} = \frac{V_6 - V_5}{R_{12}}, I_{R_7} = \frac{V_6 - V_3}{R_7}, I_{R_{10}} = \frac{V_4 - V_5}{R_{10}}$$

Тізбек резисторларындағы кернеулерді есептеу ОМ Заңына сәйкес жүзеге асырылады:

$$U_{R_k} = I_{R_k} * R_k,$$

мұндағы k -резистордың нөмірі.

Нәтижелер

Модельденетін ортаның электр тізбектерін модельдеу үшін түйіндік потенциалдар әдісін қолданған кезде ұяшықтардың саны мен өлшемін таңдау зерттелетін объектілерді ұсынудың қажетті дәлдігіне байланысты жүзеге асырылады. Ұяшықтарды екі өлшемді де, үш өлшемді кеңістіктік көріністе де қосуға болады. Түйіндік потенциал әдісінің артықшылығы күрделі геологиялық ауытқуларды модельдеу мүмкіндігі болып табылады, өйткені ұяшық торы зерттелетін ортадағы гетерогенділікті дәлірек көрсетуге мүмкіндік береді. Аномалиялардың айналасындағы жасушалардың өлшемін өзгерту және қосу арқылы өткізгіштік, өткізгіштік, поляризация және басқа параметрлер сияқты ортаның физикалық қасиеттерін егжей-тегжейлі көрсетуге қол жеткізуге болады. Сондай-ақ, топырақтың электрлік сипаттамалары оның ылғалдылық дәрежесіне байланысты екенін ескеру керек, бұл дәл модельдеу үшін маңызды.

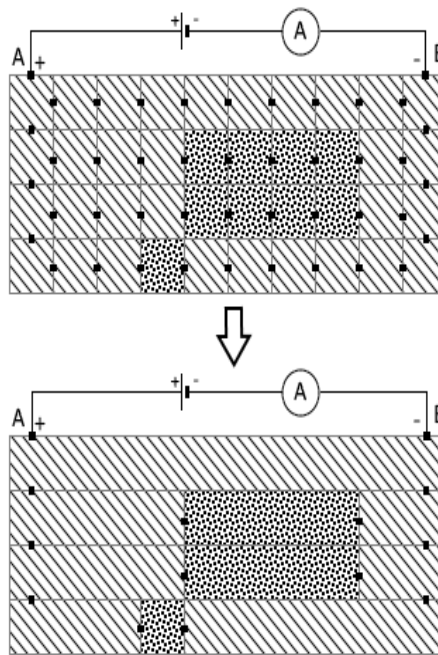
Қарастырылып отырған есептеу әдісі масштабталады, бұл модельденген ортаның қажетті өлшемдерін таңдауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, жауап беруге болады жерге әсер ету серпімді тербелістер, бұл электр сипаттамаларында тиісті өзгерістерді тудырады (Вуков және т.б., 2013). Сонымен қатар, күрделі ортаны көрсету үшін көптеген ұяшықтарды пайдалану қажет, бұл тікелей есепті есептеудің ресурс сыйымдылығын едәуір арттырады. (есептеу күрделілігі модельденген екі өлшемді бөлімдегі ұяшықтар санының ұлғаюымен квадраттық түрде және үш өлшемді модель жағдайында текше түрінде артады).

Есептеудің күрделілігін ескере отырып, модельді екі өлшемді кесу үшін ұяшық торының өлшемдері мен ажыратымдылығын таңдағанда, күрделі ортаны ұсынудың жеткілікті дәлдігі мен қол жетімді есептеу ресурстары арасындағы тепе-теңдікті табу қажет.

Геологиялық кесуді модельдеу кезінде есептеу күрделілігін төмендету үшін алынған электр тізбегін жеңілдету үшін эквивалентті түрлендіру әдісін қолдануға болады. Бұл жағдайда ортаның әр қабаты қарсылықтардан тұратын тізбектей жалғанған ұяшықтар түрінде ұсынылады. Жеке ұяшықтар тізбегі әр қабатта эквивалентті кедергімен ауыстырылады. ($R = \sum R_i$). Бұл ретте түрлендірулер модельдеу дәлдігін сақтау үшін зерттелетін объектілер орналасқан жерлерде орындалмайды.

Модельденген ұяшықтар санының бұл азаюы электр тізбегіндегі есептелген элементтер санын едәуір азайтады, бұл есептеу күрделілігінің төмендеуіне және модельдеудің ресурс сыйымдылығының төмендеуіне ықпал етеді. Ұяшықтар торының оңтайлы өлшемі мен ажыратымдылығын таңдау, артық бөлшектерді немесе маңыздылығы төмен аймақтарды алып тастау, жуықтау әдістерін, аналитикалық шешімдерді немесе жуықтауларды пайдалану есептелетін элементтердің санын азайтуға және дәлдікті айтарлықтай жоғалтпай модельді жеңілдетуге мүмкіндік береді.

2-суретте оңтайландыруға дейін және одан кейін модельденетін орта көрсетілген.



Сурет. 2. Оңтайландыруға дейін модельденген ортаның мысалы.

Геологиялық ортаның электр өткізгіштігін компьютерлік модельдеуді сынақтан өткізу үшін кейіннен топырақтың құлауымен карст процестерінің пайда

болуы мен дамуын модельдеуді қамтитын зертханалық зерттеулер жүргізілді. Бұл зерттеулер топырақтың электрлік параметрлерін және олардың нақты геологиялық процестерге ұқсас жағдайлардағы өзгерістерін тереңірек түсінуге бағытталған. Зертханалық эксперименттер аясында I-card E14-440 ADC негізіндегі электр сигналдарын тіркеудің ішкі жүйесі қолданылды, ол карст құбылыстарын модельдеу және топырақтың құлауы кезінде топырақтың электр өткізгіштігінің өзгеруін тіркеді. Бұл деректер негізгі заңдылықтарды бөліп көрсету және әртүрлі жағдайларда электр өткізгіштігінің өзгеру динамикасын түсіну үшін талдаудан және өңдеуден өтті. Модельдеуден алынған деректерді зертханалық эксперименттердің нәтижелерімен салыстыру компьютерлік модельдеу нәтижелерінің дәйектілігі мен сенімділігін растайды.

Қорытынды

Компьютерлік модельдеу көмегімен барлау геофизикасының тікелей мәселесін шешуге болады. Қойылған міндеттерге байланысты белгілі бір параметрлері бар геологиялық ортаның модельдері қолданылады және компьютерлік модельдеу жүргізіледі. Геологиялық ортаның беткі қабатын модельдеу нәтижелері бойынша далалық сынақтардың нәтижелерін түсіндіруге көмектесетін үлкен суретті ала отырып, өлшеу қондырғысының параметрлерін таңдауға болады. Нәтижелер әртүрлі мақсаттарда пайдаланылуы мүмкін, соның ішінде ықтимал құлдырау орындарын тану, ауа райының бұзылуы, кептіру, диффузия, мұздату сияқты геологиялық процестерді бақылау және пайдалы қазбаларды барлау.

Сейсмоэлектрлік әдістерді қолдана отырып, геологиялық ортаны зерттеу міндеттерінде диэлектрик түріндегі қоршаған орта элементінің эквивалентті схемасы негізінде физика-геологиялық ортаны ұсыну моделін қолдану тиімді болып табылады. Бұл ортаның физикалық қасиеттерін дәлірек көрсетуге және алынған деректерді жолдардың, ғимараттардың және инженерлік құрылыстардың негіздерінің сенімділігін бағалау үшін пайдалануға мүмкіндік береді.

Компьютерлік модельдеу шеңберінде модельденген геологиялық ортаның параметрлерін өзгерту мүмкіндігі геодеформациялық процестерді зерттеуге мүмкіндік береді. Атап айтқанда, топырақтың ылғалдылығын манипуляциялау мүмкіндігі бар, бұл оның электр өткізгіштігін анықтауда маңызды рөл атқарады. Бұл әсіресе су режимдерінің өзгеруіне байланысты су басу немесе топырақтың деградациясымен байланысты тәуекелдерді бағалау контекстінде байқалады.

Сонымен қатар, топырақты модельдеудің қосымша мүмкіндіктері ауыл шаруашылығы, соның ішінде егіншілік пен суару үшін де маңызды. Минералды құрамның топырақтың электр өткізгіштігіне әсерін терең түсіну ұрықтандыру және суару процестерін оңтайландыруға көмектеседі, сонымен қатар әртүрлі топырақ түрлерінің мәдени өсімдіктердің өсуі мен өнімділігіне әсерін дәлірек болжауға мүмкіндік береді.

Модельдеудегі топырақтың тік және көлденең қабаттарын басқару талдауға икемділік қосады, бұл әртүрлі тереңдіктердің өсімдіктерге ылғал мен қоректік заттардың қолжетімділігіне әсерін ескеруге мүмкіндік береді. Топырақ тығыздығының өзгеруі суды пайдалануды оңтайландыруда және суару тиімділігін жақсартуда шешуші рөл атқарады, бұл өнімділік пен ресурстарды үнемдеуге әкелуі мүмкін.

«Элементтердің эквивалентті схемаларын қолдану әдісінің сипаттамасын»

А.А. Быков, Д.И. Суржик Темір жол төсегінің тұтастығын бақылаудың интеллектуалды жүйесі» 23-29-10126 Ресей ғылыми қорының гранты аясында дайындаған.

ӘДЕБИЕТ

Bykov A.A., Kuzichkin O.R. (2013). Application of seismoelectric method for inspection conductive media // *Applied Mechanic and Materials*. — 2013. — Vol. 490–491. — Pp. 1712–1716.

Baknin M.D., Bykov A.A., Surzhik D.I., Kuzichkin O.R. (2020). Geotechnical monitoring of the foundations of structures based on integrated seismoelectric measurements in conditions of karst hazard. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management*. — SGEMthis link is disabled, 2020. — 2020-August(1.2). — Pp. 559–566

Das U.C. and D.P. Ghosh (1974). The determination of filter coefficients for the computation of standard-curves for dipole resistivity sounding over layered earth by linear digital filtering. *Geophys. — Prosp.* — V. 2. — № 4. — Pp. 765–780.

Guangjun Ji., Qian Wang, Xiaoyuan Zhou, Zizhao Cai, Jixiang Zhu, Yan Lu (2023). An automated method to build 3D multi-scale geological models for engineering sedimentary layers with stratum lenses, *Engineering Geology*. — Volume 317. 2023. — p.107077.

Журбин И.В. (2006). Метод формирования пространственной модели приповерхностных слоев грунта при малоглубинной электроразведке археологических памятников / И.В. Журбин, Д.В. Груздев, А.В. Смурыгин // — *Вестник ИжГТУ*. — 2006. — № 2. — С. 29–34.

Интегрированная среда физико-геологического моделирования на основе системной инверсии [Текст]: монография / А.И. Кобрунов, С.Г. Куделин, Е. Н. Мотрюк. — Ухта: УГТУ, 2015. — 90 с.

NICULESCU, Bogdan (2018). Forward Modeling of Vertical Electrical Soundings with Applications in the Study of Sea Water Intrusions. — 10.5593/sgem2018/1.1/S05.101.

Кузичкин О.Р., Греченева А.В., Бакнин М.Д., Суржик Д.И., Дорофеев Н.В. (2018). Геоэлектрическое моделирование локальных геодинамических участков в системах геотехнического контроля // *Динамика сложных систем — XXI век*. — 2018. — Т. 12. — № 4. — С. 25–33.

O'Neill D.J. (1975). Improved linear coefficients for application in apparent resistivity computations. *Bull.Austral. Soc. Explor. — Geophys.* — V. 6. — №. 4. — Pp. 104–109.

Lara De Giorgi, Giovanni Leucci (2019). Chapter 1 - Passive and active electric methods: New frontiers of application, Editor(s): Raffaele Persico, Salvatore Piro, Neil Linford, *Innovation in Near-Surface Geophysics*. — Elsevier, 2019. — Pp. 1–21.

REFERENCES

Bykov A.A., Kuzichkin O.R. (2013). Application of seismoelectric method for inspection conductive media // *Applied Mechanic and Materials*. — 2013. — Vol. 490–491. — Pp. 1712–1716.

Baknin M.D., Bykov A.A., Surzhik D.I., Kuzichkin O.R. (2020). Geotechnical monitoring of the foundations of structures based on integrated seismoelectric measurements in conditions of karst hazard. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management*. — SGEMthis link is disabled, 2020. — 2020-August (1.2). — Pp. 559–566

Das U.C. and D.P. Ghosh (1974). The determination of filter coefficients for the computation of standard-curves for dipole resistivity sounding over layered earth by linear digital filtering. *Geophys. Prosp.* — V. 2. — №.4. — Pp. 765–780.

Guangjun Ji, Qian Wang, Xiaoyuan Zhou, Zizhao Cai, Jixiang Zhu, Yan Lu (2023). An automated method to build 3D multi-scale geological models for engineering sedimentary layers with stratum lenses, *Engineering Geology*. — Volume 317. 2023. — p.107077.

Интегрированная среда физико-геологического моделирования на основе системной инверсии [Текст]: монография / А.И. Кобрунов, С.Г. Куделин, Е.Н. Мотрюк. — Ухта: УГТУ, 2015. — 90 п. [in Russ.]

NICULESCU, Bogdan (2018). Forward Modeling of Vertical Electrical Soundings with Applications in the Study of Sea Water Intrusions. — 10.5593/sgem2018/1.1/S05.101.

Kuzichkin O.R., Grecheneva A.V., Baknin M.D., Surzhik D.I., Dorofeyev N.V. (2018). Геоэлектрическое моделирование локальных геодинамических участков в системах геотехнического контроля // *Динамика сложных систем — XXI век*. — 2018. — Т. 12. — № 4. — Pp. 25–33.

O'Neill D.J. (1975). Improved linear coefficients for application in apparent resistivity computations. *Bull.Austral. Soc. Explor. Geophys.* — V. 6. — №. 4. — Pp. 104–109.

Zhurbin I.V. (2006). Method for forming a spatial model of near-surface soil layers during shallow electrical exploration of archaeological sites / I.V. Zhurbin, D.V. Gruzdev, A.V. Smurygin // — *Bulletin of IzhSTU*. — 2006. — No. 2. — Pp. 29–34 [in Russ.].

Lara De Giorgi, Giovanni Leucci (2019). Chapter 1 - Passive and active electric methods: New frontiers of application, Editor(s): Raffaele Persico, Salvatore Piro, Neil Linford, *Innovation in Near-Surface Geophysics*. — Elsevier, 2019. — Pp. 1–21.

МАЗМҰНЫ

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

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

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

CONTENTS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

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

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Подписано в печать 15.06.2024.

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

21,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.