

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**

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

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

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

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

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

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

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

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

**«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

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

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

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

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

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

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

## ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**«Известия НАН РК. Серия физика и информатики».**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

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

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

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

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

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

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

#### **EDITOR IN CHIEF:**

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

#### **DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF**

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

#### **EDITORIAL BOARD:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Series of physics and informatics.**

**ISSN 2518-1726 (Online),**

**ISSN 1991-346X (Print)**

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

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

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

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

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

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES  
ISSN 1991-346X  
Volume 2. Number 350 (2024). 336–347  
<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.287>

XFTAP 14.07.07

© **Zh. Umarova**<sup>1\*</sup>, **G. Yelbergenova**<sup>1</sup>, **N. Zhumatayev**<sup>1</sup>, **A. Makhatova**<sup>1</sup>, **S. Botayeva**<sup>2</sup>,  
2024

<sup>1</sup>Auezov University, Shymkent, Kazakhstan;

<sup>2</sup>Tashenev University, Shymkent, Kazakhstan.

E-mail: Zhanat-u@mail.ru

## INTELLIGENT ANALYSIS OF SUBSTANCE TRANSPORT ALGORITHM IN MOLECULAR SIEVES AT THE MESOSCOPIC LEVEL

**Zhanat Umarova** — Ph.D., Associate Professor, Department of Information Systems and Modeling, Auezov University, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: zhanat-u@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0257-4417>;

**Gaziza Yelbergenova** — Master of technical science, senior lecturer, Department of Information Systems and Modeling, Auezov University, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: gaziza.elbergenova.72@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7618-9011>;

**Nurlibek Zhumatayev** — Ph.D., Associate Professor, Department of Computer Science and Software, Auezov University, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: nuralmiras@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7840-4425>;

**Anar Makhatova** — Master of technical science, senior lecturer, Department of Computer Science, Auezov University, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: max\_40@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5620-8247>;

**Saule Botayeva** — Candidate of technical science, Associate Professor, Department of Information Communication Technologies, Tashenev University, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: saule\_bb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8060-1647>.

**Abstract.** The article presents an intelligent analysis of the substance transport algorithm in molecular sieves, focusing on a mesoscopic approach. The work provides a detailed overview of the theoretical foundations and methodology underlying the proposed algorithm. Special attention is given to mesoscopic scales, allowing for a more efficient modeling of complex substance transport processes in molecular structures. The mesoscopic level of description represents a transition between microscopic and macroscopic levels. Applying a mesoscopic approach to the study of substance transport in molecular sieves opens new horizons in understanding the intricate dynamics and interactions at the molecular and atomic levels. This approach can account for collective phenomena arising from the interaction of large groups of molecules, thus contributing to the development of more accurate and realistic models of substance transport in molecular structures. The research includes an analysis of the results from numerical experiments conducted using the proposed algorithm. The obtained data confirm the high accuracy and applicability of the algorithm in modeling mesoscopic phenomena in molecular sieves. The study also highlights potential areas of application for this algorithm in mate-

rials science, catalysis, and other fields where effective modeling of substance transport plays a crucial role.

**Keywords:** Algorithm, Mathematical and Computer Modeling, Intelligent Analysis, Mesoscopic Approach, Molecular Sieves

© **Ж.Р. Умарова<sup>1\*</sup>, Г.Ж. Ельбергенова<sup>1</sup>, Н.С. Жуматаев<sup>1</sup>, А.Х. Махатова<sup>1</sup>, С.Б. Ботаева<sup>2</sup>, 2024**

<sup>1</sup>М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан;

<sup>2</sup>Жұмабек Тәшенев атындағы университеті, Шымкент, Қазақстан.

E-mail: Zhanat-u@mail.ru

## **МЕЗОСКОПИЯ ДЕҢГЕЙІНДЕГІ МОЛЕКУЛАЛЫҚ ЕЛЕКТЕРДЕГІ ЗАТ ТАСЫМАЛУЫН ЕСЕПТЕУ АЛГОРИТМІНІҢ ЗИЯЛДЫ ТАЛДАУЫ**

**Умарова Ж.Р.** — Ph.D., М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің қауымдастырылған профессоры, Шымкент, Қазақстан

E-mail: zhanat-u@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0257-4417>;

**Ельбергенова Г.Ж.** — магистр, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің аға оқытушысы, Шымкент, Қазақстан

E-mail: gaziza.elbergenova.72@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7618-9011>;

**Жуматаев Н.С.** — Ph.D., М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің қауымдастырылған профессоры, Шымкент, Қазақстан

E-mail: nuralmiras@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7840-4425>;

**Махатова А.Х.** — магистр, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің аға оқытушысы, Шымкент, Қазақстан

E-mail: max\_40@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5620-8247>;

**Ботаева С.Б.** — т.ғ.к., Ж. Ташенев атындағы университетінің қауымдастырылған профессоры, Шымкент, Қазақстан

E-mail: saule\_bb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8060-1647>.

**Аннотация.** Мақалада мезоскопиялық тәсілге бағытталған молекулярлық електердегі заттардың тасымалдануын есептеу алгоритмінің интеллектуалды талдауы берілген. Жұмыста ұсынылған алгоритм негізінде жатқан теориялық негіздері мен әдістемесіне толық шолу жасалады. Молекулярлық құрылымдардағы заттардың тасымалдануының күрделі процестерін тиімдірек модельдеуге мүмкіндік беретін мезоскопиялық шкалаларға ерекше назар аударылады. Сипаттаманың мезоскопиялық деңгейі микроскопиялық және макроскопиялық деңгейлер арасындағы ауысуды білдіреді. Молекулалық електердегі заттардың тасымалдануын зерттеуге мезоскопиялық тәсілді қолдану молекулалар мен атомдар деңгейіндегі күрделі динамика мен өзара әрекеттесулерді түсінуде жаңа көкжиектер ашады. Бұл тәсіл молекулалардың үлкен топтарының өзара әрекеттесуінен туындайтын ұжымдық құбылыстарды есепке ала алады, сөйтіп молекулалық құрылымдарда зат тасымалдаудың дәлірек және шынайы үлгілерін жасауға ықпал етеді. Зерттеу ұсынылған алгоритмді қолдану арқылы жүргізілген сандық тәжірибелердің нәтижелерін талдауды қамтиды. Алынған мәліметтер молекулярлық електердегі мезоскопиялық құбылыстарды модельдеуде алгоритмнің жоғары дәлдігі мен қолдану мүмкіндігін растайды. Жұмыс сонымен қатар материалтану, катализ және басқа салаларда алгоритмнің әлеуетті қолданбалы мүмкіндіктерін көрсетеді, онда затты тасымалдауды тиімді модельдеу маңызды.



**Түйін сөздер:** алгоритм, математикалық және компьютерлік модельдеу, интеллектуалды талдау, мезоскопиялық тәсіл, молекулалық електер

© **Ж.Р. Умарова<sup>1\*</sup>, Г.Ж. Ельбергенова<sup>1</sup>, Н.С. Жуматаев<sup>1</sup>, А.Х. Махатова<sup>1</sup>,  
С.Б. Ботаева<sup>2</sup>, 2024**

<sup>1</sup>Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан;

<sup>2</sup>Университет имени Жумабека Ташенева, Шымкент, Казахстан.

E-mail: Zhanat-u@mail.ru

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВА В МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИТАХ НА МЕЗОСКОПИЧЕСКОМ УРОВНЕ**

**Умарова Ж.Р.** — Ph.D., Ассоциированный профессор кафедры «Информационные системы и моделирование», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

E-mail: zhanat-u@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0257-4417>;

**Ельбергенова Г.Ж.** — магистр, старший преподаватель кафедры «Информационные системы и моделирование», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

E-mail: gaziza.elbergenova.72@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-7618-9011>;

**Жуматаев Н.С.** — Ph.D., доцент кафедры «Вычислительная техника и программное обеспечение», Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, Казахстан

E-mail: nuralmiras@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7840-4425>;

**Махатова А.Х.** — магистр, старший преподаватель кафедры «Информатика», Южно-Казахстанский университет имени М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан

E-mail: max\_40@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5620-8247>;

**Ботаева С.Б.** — к.т.н., доцент кафедры «Информационно-коммуникационные технологии», Университет имени Ж. Ташенева, Шымкент, Казахстан

E-mail: saule\_bb@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8060-1647>.

**Аннотация.** Статья представляет интеллектуальный анализ алгоритма расчета переноса вещества в молекулярных ситах, ориентированный на мезоскопический подход. В работе представлен подробный обзор теоретических основ и методологии, лежащих в основе предложенного алгоритма. Особое внимание уделяется мезоскопическим масштабам, позволяющим более эффективно моделировать сложные процессы переноса вещества в молекулярных структурах. Мезоскопический уровень описания представляет собой переход между микроскопическим и макроскопическим уровнями. Применение мезоскопического подхода к изучению переноса вещества в молекулярных ситах открывает новые горизонты в понимании сложных динамик и взаимодействий на уровне молекул и атомов. Этот подход может учесть коллективные явления, возникающие в результате взаимодействия больших групп молекул, и, таким образом, способствовать созданию более точных и реалистичных моделей переноса вещества в молекулярных структурах. Исследование включает в себя анализ результатов численных экспериментов, проведенных с использованием предложенного алгоритма. Полученные данные подтверждают высокую точность и применимость алгоритма при моделировании мезоскопических явлений в молекулярных ситах. Работа также выделяет потенциальные области применения данного алгоритма в области материаловедения, катализа и других сферах, где эффективное моделирование переноса вещества играет ключевую роль.

**Ключевые слова:** алгоритм, математическое и компьютерное моделирование, интеллектуальный анализ, мезоскопический подход, молекулярные сита

### **Introduction**

With the advancement of modern technologies and scientific methods, there is an increasing need for accurate and efficient modeling methods for complex processes in molecular dynamics. Molecular sieves, playing a crucial role in various applications such as gas separation, catalysis, and sensor technologies, are of particular interest. In this context, precise methods for calculating substance transport in molecular sieves become key to understanding and optimizing these processes.

This article is dedicated to the intelligent analysis of the substance transport algorithm in molecular sieves based on a mesoscopic approach. The mesoscopic level of description allows for considering the peculiarities of molecular and atomic interactions on larger temporal and spatial scales, which is a critical aspect for adequate modeling of such systems (Daan Frenkel et al., 2023).

Modern technologies and scientific research are increasingly focused on using molecular structures to solve various problems, such as gas separation, catalysts, and sensor materials. Molecular sieves, as innovative porous materials, provide unique opportunities for controlling and manipulating substance transport at the molecular level. However, precise modeling of these complex processes remains a challenging task (Speybroeck Veronique, 2023).

Understanding and optimizing substance transport in molecular sieves are directly related to solving contemporary technological and scientific challenges. The efficiency of gas separation, catalysis, and the development of new materials for various applications largely depend on the accuracy of modeling internal interactions in molecular structures. A lack of detailed understanding of these processes may lead to underestimating the efficiency of materials and missing potential technological advantages.

The study of substance transport in molecular sieves is highly relevant in modern science and technology. Molecular sieves, as porous structures, offer unique possibilities for regulating and controlling molecular transport at the molecular level. These structures play a crucial role in various applications, such as gas separation, storage and transportation of molecular substances, and catalyzing chemical reactions.

With the (Lubbers, 2020) development of nanotechnologies and materials science, there is a growing need for accurate and efficient methods of modeling and predicting the behavior of molecular sieves under different conditions. Real-world challenges related to improving the energy efficiency of processes, developing new materials with specific properties, and creating more efficient catalysts make this research area current and in demand.

### **Related works**

Modeling substance transport in molecular sieves faces several challenging aspects. Firstly, it requires accounting for complex interactions between molecules and the structure of molecular sieves, demanding a high degree of precision in describing molecular interactions. Secondly, the level of detail at the molecular sieve scale necessitates significant computational resources, highlighting the need for efficient and optimized modeling methods. Challenges also arise from the dynamic nature of the system, as molecular sieves may undergo various influences, including changes in temperature,

pressure, and concentration.

The mesoscopic approach offers an effective compromise between microscopic and macroscopic system descriptions. Utilizing the mesoscopic level in modeling substance transport in molecular sieves allows for considering collective phenomena and interactions on larger temporal and spatial scales. The mesoscopic approach can provide more efficient and computationally accessible modeling methods while maintaining sufficient detail to account for crucial molecular interactions within the sieves. Thus, it becomes a key element in addressing challenges related to the accuracy and efficiency of modeling substance transport in molecular sieves.

Let's assess the extent to which this problem is addressed. In the review (Yutong & Yang et al, 2021), the focus is on how modern modeling strategies can simulate dynamic phenomena in realistic nanostructured materials under working conditions. Nanostructured materials used in applications are far from perfect; they exhibit a wide range of spatial and temporal heterogeneities spanning several orders of magnitude.

In the article (Umarova et al., 2020) modern distributed algorithms of a probabilistic approach are used for the theoretical assessment of the selectivity of ultrafiltration membranes. The separation mechanism in nanomembranes significantly differs from that in nanofiltration membranes. The proposed models and modern distributed algorithms provide estimates of the selectivity of nanofiltration membranes for individual ions. The authors emphasize the importance of integrating intelligent distributed systems for a more accurate analysis and prediction of transport processes.

In (Xu Dong et al., 2010), the authors created a surrogate machine learning model that reflects adsorption effects across a wide range of parameters, combining molecular dynamics scales and Boltzmann methods with a relatively small number of molecular dynamics calculations. The model calculates scaled adsorption parameters at different densities, temperatures, and pore widths. Additionally, in work (Vickery, Owen & Stansfeld, Philip, 2021), the local transport behavior of oxygen in electrodes with varying water saturation and platinum distribution is investigated at the mesoscopic level. A two-phase flow regime in the electrode is modeled using a multi-component multiphase flow model to reconstruct the morphology of liquid water. The authors discuss the advantages and limitations of current methods and introduce intelligent aspects to enhance predictive capabilities (Spivak et al., 2019).

From the aforementioned related works, it is evident that this problem holds significant potential for research, focusing on the intelligent analysis of algorithms for substance transport calculation in molecular sieves using the mesoscopic approach. The increasing integration of intelligent methods in this field opens new horizons for accurate and efficient modeling of complex processes in nanomaterials (Eng Toon Saw, Kun Liang Ang et al., 2019).

#### Materials and Methods

In the field of modeling mass transfer in molecular structures, there exists a variety of methods, each striving to strike a balance between high accuracy and computational efficiency (Sfetcu, Nicolae, 2023). Let's analyze some of these methods, their advantages, and limitations (Table 1).

*able 1. Mass transfer methods, advantages, and limitations*

№	Method	Description	Advantages	Limitations
1	Molecular dynamics (MD)	One widely used method is molecular dynamics, where numerical integration of the equations of motion of molecules takes place, considering forces and interaction potentials.	High precision in describing molecular interactions.	Requires a large number of computational resources, especially for large systems, and studying long-time scales may be limited.
2	Method of Hybrid Quantum-Mechanical and Classical Methods (QM/MM)	The combination of quantum-mechanical and classical methods for describing molecular systems.	Allows for the consideration of quantum effects in limited areas of the system.	Computational complexity, especially with increasing system size.

The mesoscopic approach is a modeling methodology that lies between the microscopic and macroscopic levels of system description. In the context of modeling substance transport in molecular sieves, the mesoscopic approach aims to consider the influence of collective phenomena occurring on larger time and spatial scales, which typically goes beyond the capabilities of molecular dynamics (Krakauer et al., 2010) Let’s examine the key elements of the mesoscopic approach (Table 2):

*Table 2. Key elements of the mesoscopic approach*

№	The name of the method	Description of the mesoscopic approach
1	Kinetic Monte Carlo (kMC) method	In mesoscopic modeling, the Kinetic Monte Carlo method is frequently employed. This method, based on statistical techniques, represents the system’s evolution over time as a sequence of statistical events. Each event involves the system transitioning from one state to another, considering the probability of such a transition.
2	Mesoscopic Navier-Stokes equations	To describe flows at the mesoscopic level, mesoscopic Navier-Stokes equations can be employed. They take into account the influence of collective molecular movements and allow for the modeling of fluid and gas dynamics at intermediate scales.
3	Grid Models	In mesoscopic modeling, grid models are widely used, representing the system as a grid of cells, each of which can contain multiple molecules. This allows for considering the average dynamics of molecules within each cell, ignoring details at the microscopic level.
4	Many-Particle Interactions	An essential part of the mesoscopic approach is the consideration of many-particle interactions, which may involve kinetic processes, diffusion, adsorption, and desorption. These interactions can be represented as stochastic processes or evolution equations.
5	Artificial Intelligence Integration	In modern mesoscopic modeling approaches, the integration of artificial intelligence is encountered to enhance the accuracy and efficiency of calculations. Machine learning can be used for the analysis of large datasets and the optimization of model parameters.
6	Collective Effects	The mesoscopic approach focuses on collective effects, such as cooperative behavior of molecules within molecular sieves. These effects play a key role in understanding the transport of substances in complex porous structures.

The mesoscopic approach allows for considering the peculiarities of molecular interactions at the mesoscopic level, providing higher computational efficiency compared to fully microscopic models. It is based on an understanding of interactions at the level of molecular groups, enabling the coverage of large temporal and spatial scales while main-

taining sufficient detail to describe complex transport phenomena in molecular sieves (Louis et al., 2009).

The mesoscopic approach in modeling substance transport in molecular sieves effectively considers the peculiarities of molecular interactions at the mesoscopic level. Key features that make it suitable for the analysis of molecular sieves include (Table 3):

*Table 3. Analysis of molecular sieves*

№	The process	Description
1	Representation as Cells or Groups	In mesoscopic models, molecular sieves are often represented as cells or groups of molecules, where each cell describes the average behavior of molecules inside it. This allows accounting for collective effects and interactions that may be negligible at the microscopic level.
2	Statistical Methods	The mesoscopic approach utilizes statistical methods such as kinetic Monte Carlo to describe the system's evolution over time. This enables the consideration of probabilistic processes, such as the diffusion of molecules through molecular sieves, as well as their adsorption and desorption.
3	Collective Movements	The mesoscopic approach involves describing collective movements of groups of molecules within molecular sieves. These collective phenomena may include cooperative effects, mutual interactions, and coordinated dynamics, which become significant at the mesoscopic level.
4	Time and Space Scaling	The mesoscopic approach scales processes in time and space, allowing for the consideration of long-term and large-scale effects in molecular sieves. This is crucial for analyzing substance transfer in complex porous structures.
5	Integration of Artificial Intelligence	Modern approaches can integrate artificial intelligence for data analysis and processing, as well as for optimizing model parameters. This allows for a more accurate adaptation of the model to specific conditions and interactions within molecular sieves.
6	Dynamic Changes Consideration	Molecular sieves may undergo dynamic changes, such as conformational changes, conformation shifts, and the influence of external factors. The mesoscopic approach enables the consideration of these dynamic aspects, which is essential for understanding substance transfer under dynamic conditions.

Thus, the mesoscopic approach provides a balance between the detail of molecular interactions and computational efficiency, making it a powerful tool for modeling substance transfer in molecular sieves and other porous structures (Bouthier, Louis-Vincent et al., 2020; Olshausen & Field, 1996). An intelligent algorithm for substance transfer calculation based on the mesoscopic approach typically involves a combination of statistical methods, mesoscopic equations, and artificial intelligence integration. Here are the general steps that may be included in such an algorithm (Fig.1):

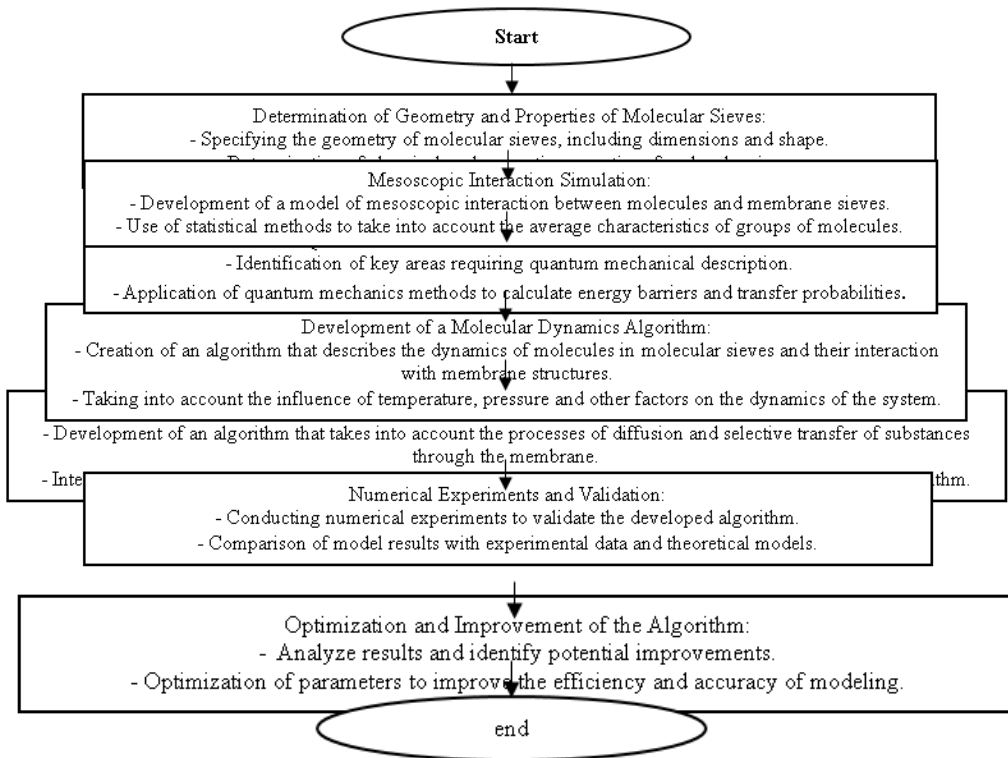


Figure 1. The intelligent mesoscopic algorithm

The intelligent mesoscopic algorithm allows for the consideration of complex molecular interactions within molecular sieves and provides the opportunity for automated optimization of model parameters using artificial intelligence technologies. Next, let's present the key elements of the intelligent mesoscopic algorithm for substance transport calculation in the form of formulas (Cummings, 2002; Cohen, Paul & Adams, Niall, 2009).

The development of a mesoscopic model for interaction between molecules and membrane sites involves the use of statistical methods to account for the average characteristics of groups of molecules. The mesoscopic model of interaction can be described by a potential function:

$$\Phi(\vec{r}, t) \quad (1)$$

Where  $\vec{r}$  - molecule position vector,  $t$  - time.

The potential function includes energy interactions and potentials that describe interactions with membrane structures.

$$\Phi(\vec{r}, t) = \Phi_g(\vec{r}, t) + \Phi_m(\vec{r}, t) \quad (2)$$

$\Phi_g$  - energy potential,  $\Phi_m$  - membrane potential

To take into account the statistical characteristics of groups of molecules, averaging over time or over an ensemble can be used.

Average parameters include average speed () and average energy (E).

$$\langle \vec{v} \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \vec{v}_i \quad (3)$$

$$\langle E \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i \quad (4)$$

In these formulas:

$N$  - number of molecules in the system.

$\vec{v}_i$  - velocity vector of the  $i$ -th molecule.

$E_i$  - energy of the  $i$ -th molecule.

The quantum mechanical description can be represented by the wave function

$\Psi(\vec{r}, t)$  - molecule position vector,  $t$  - time.

The energy barrier ( $E_b$ ) can be calculated using the Hamiltonian operator  $\hat{H}$

$$\hat{H}\Psi(\vec{r}, t) = E_b\Psi(\vec{r}, t) \quad (5)$$

Here  $E_b$  represents an energy barrier.

The probability of  $P_t$  transport can be related to the wave function and the exponential decay of the probability.

$$P_t = e^{-2\pi\frac{\hbar}{\sqrt{2mE_b}}} \quad (6)$$

Here:

$\hbar$  - Planck's constant,  $m$  - molecular mass.

These formulas represent the concepts of quantum-mechanical description of critically important regions, energy barriers, and probabilities of transfer through these barriers. They are used in quantum mechanics to describe the transfer of molecules through potential barriers (Louison, Keverne & Dryden, 2021).

The framework of the mesoscopic approach, when strictly applied, requires the use of stochastic integro-differential equations, taking into account non-equilibrium statistical mechanisms. These equations are derived in the limit of infinitely distant order for intermolecular forces. However, studies by several researchers and their numerical experiments with models of transport relaxation nuclei, as well as detailed computer simulations, have shown that the mesoscopic approach can be extended to the near range of action of intermolecular forces (Jack Evans et al., 2017).

## Results and discussions

This article presented an intelligent analysis of the substance transport algorithm in molecular sieves, focusing on the mesoscopic approach. An algorithm based on the mesoscopic approach was proposed, allowing for more efficient modeling of complex substance transport processes in molecular structures. A detailed overview of the theoretical foundations and methodology underlying the proposed algorithm was provided. Special attention was given to mesoscopic scales, significantly enhancing the modeling efficiency of complex substance transport processes in molecular structures (Lu, Duowei & Fatehi, Pedram, 2020).

The analysis included the results of numerical experiments conducted using the proposed algorithm. The obtained data confirmed the high accuracy and applicability of the algorithm in modeling mesoscopic phenomena in molecular sieves. Potential application areas of the algorithm in materials science, catalysis, and other fields, where effective substance transport modeling plays a crucial role, were identified.

During the analysis, the advantage of the developed algorithm was revealed, such as the significant benefits in accuracy and efficiency of modeling mesoscopic processes

provided by the intelligent approach of the algorithm. Additionally, the mesoscopic approach demonstrated its key role in improving the predictive ability of substance transport modeling in molecular sieves.

This research opens new perspectives in the field of mesoscopic modeling, providing a tool for a deeper understanding of substance transport. The developed algorithm is not only theoretically significant but also has practical relevance (Morawietz, 2021)

### **Conclusion**

In this study, we presented an intelligent analysis of the substance transport algorithm, focusing on the mesoscopic approach. Our goal was to create a more efficient and accurate method for modeling complex substance transport processes in molecular sieves. In the concluding part, we summarize the key results and conclusions drawn during the research.

- The proposed algorithm represents an innovative approach to mesoscopic substance transport modeling. The integration of intelligent elements improved the accuracy and efficiency of the modeling process.

- Special attention was given to mesoscopic scales, opening new horizons for a more realistic representation of substance transport in molecular structures. Our method allows for a more effective description of the complex processes involved in this phenomenon.

- The paper provides a detailed overview of the theoretical foundations and methodology underlying the proposed algorithm. This enables the reader to fully appreciate the fundamental aspects of the developed method.

- Numerical experiments conducted using the proposed algorithm confirmed its high accuracy and applicability under various conditions. The results were compared with existing methods, demonstrating the advantages and potential of the new method.

- Our method holds significant potential in the field of materials science. Modeling substance transport in molecular sieves can be a key tool in designing materials with specific transport properties.

- Applying the algorithm in catalysis can contribute to more accurate predictions of chemical reaction processes and, thus, the improvement of catalysts.

- The work highlights potential application areas in various industries where effective substance transport modeling plays a crucial role. This includes energy, medicine, and the environment.

In conclusion, this research makes a significant contribution to the field of mesoscopic substance transport modeling. Our algorithm opens new horizons for understanding and predicting complex processes at the level of molecular sieves. The obtained results support the high accuracy and applicability of the method, and its potential impact across different industries makes it a promising subject for further research and practical application.



## REFERENCES

- Bouthier Louis-Vincent & Gibaud Thomas (2022). Three length scales colloidal gels: the clusters of clusters versus the interpenetrating clusters approach, — 2022. — 1–13. — <https://doi.org/10.48550/arXiv.2210.10505>
- Cohen Paul & Adams Niall (2009). Intelligent Data Analysis in the 21st Century. — 2009. — 1–9. — [https://doi.org/10.1007/978-3-642-03915-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-03915-7_1)
- Cummings P.T. (2002). Science: Molecular Simulations and Mesoscale Methods. In: Applying Molecular and Materials Modeling. Springer, Dordrecht, — 2020. — 35–89. — [https://doi.org/10.1007/978-94-017-0765-7\\_3](https://doi.org/10.1007/978-94-017-0765-7_3)
- Daan Frenkel, Berend Smit (2023). Understanding Molecular Simulation. From Algorithms to Applications (2023), — 3rd Edition — 2023. — 375–401. — <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-267351-1.X5000-7>
- Eng Toon Saw, Kun Liang Ang, Wei He, Xuecheng Dong, Seeram Ramakrishna (2019). Molecular sieve ceramic pervaporation membranes in solvent recovery: A comprehensive review. Journal of Environmental Chemical Engineering, — Volume 7. — Issue 5. — 2019. — 1–12. — <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103367>
- Jack D. (2017). Evans, Guillaume Fraux, Romain Gaillac, Daniela Kohen, Fabien Trousselet, Jean-Mathieu Vanson, and François-Xavier. (2017). Coudert Computational Chemistry Methods for Nanoporous Materials. Chemistry of Materials. — 2017. — 29 (1). — 199–212. <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.6b02994>
- Krakauer D.C., Flack J.C., Dedeo S., Farmer D., Rockmore D. (2010). Intelligent Data Analysis of Intelligent Systems. In: Cohen P.R., Adams N.M., Berthold M.R. (eds) Advances in Intelligent Data Analysis IX. IDA 2010. Lecture Notes in Computer Science. — 2010. — Vol 6065. — Springer, Berlin, Heidelberg. — 8–17. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-13062-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-13062-5_3)
- Louis A., Solana J.R., Roth R. (2009). Emergent Length Scales in Stressed Colloidal Suspensions. Journal of Physics: Condensed Matter, — 2009. — 21(32). — 1–12.
- Louison Keverne & Dryden Ian & Laughton Charles (2021). GLIMPS: A Machine Learning Approach to Resolution Transformation for Multiscale Modeling. Journal of Chemical Theory and Computation. — 2021. — 335–347. <https://doi.org/10.1021/acs.jctc.1c00735>
- Lu Duowei & Fatehi Pedram (2020). A modeling approach for quantitative assessment of interfacial interaction between two rough particles in colloidal systems. Journal of Colloid and Interface Science. — 2020. — 587. — 1–56. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2020.11.121>
- Lubbers Nicholas & Agarwal Animesh & Chen Yu & Son Soyoun & Mehana Mohamed & Kang Qinxun & Karra Satish & Junghans Christoph & Germann Timothy & Viswanathan H. (2020). Modeling and scale-bridging using machine learning: nanoconfinement effects in porous media. Scientific Reports. — 2020. — 10. — 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69661-0>
- Morawietz T., Artrith N. (2021). Machine learning-accelerated quantum mechanics-based atomistic simulations for industrial applications. — *J Comput Aided Mol Des.* — 35. — 2021. — 557–586. <https://doi.org/10.1007/s10822-020-00346-6>
- Mu Yutong & Yang Shu-Ran & He Pu & Tao Wen-Quan (2021). Mesoscopic modeling impacts of liquid water saturation, and platinum distribution on gas transport resistances in a PEMFC catalyst layer. *Electrochimica Acta.* — 2021. — 388. — 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2021.138659>
- Olshausen B.A. & Field D.J. (1996). Emergence of simple-cell receptive field properties by learning a sparse code for natural images. — *Nature*, — 1996. — 381(6583). — 607–609.
- Sfetcu, Nicolae. (2023). Intelligence Analysis. *Intelligence Info*, — 2023. — 2, — 1–7. <https://doi.org/10.58679/ii29682>
- Speybroeck Veronique (2023). Challenges in modelling dynamic processes in realistic nanostructured materials at operating conditions. *Philosophical Transactions of the Royal Society — A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, — 2023. — 381. — 1–27. <https://doi.org/10.1098/rsta.2022.0239>
- Spivak L.V., Shchepina N.E. (2019). Physico-chemical foundations of micro- and nanotechnology processes, [Electronic resource]: textbook. manual: in 2 hours / L. V. Spivak, N. E. Shchepina; Perm. state national research univ. — *Electron. Dan.* — Perm. — 2019. — Part 2. — 105–165. <http://www.psu.ru/files/docs/science/books/uchebnic-posobiya/spivakshchepina-fiz-him-osnovy-processov-mikro-i-nanotexnologii.pdf>.
- Umarova, Zhanat & Botayeva, Saule & Zhidebayeva, Aziza & Torebay, Nursaule (2020). Analysis and Calculation of the Probability Selectivity Using the Modern Distributed Algorithms: Modern Distributed

Algorithms. International Journal of Distributed Systems and Technologies. — 2020. — 11. — 18–31. — <https://doi.org/10.4018/IJDST.2020040102>

Vickery, Owen & Stansfeld, Philip (2021). CG2AT2: an Enhanced Fragment-Based Approach for Serial Multi-scale Molecular Dynamics Simulations. Journal of Chemical Theory and Computation. XXXX. —2021. —1–11. <https://doi.org/10.1021/acs.jctc.1c00295>

Xu Dong & Williamson Mark & Walker Ross. (2010). Advancements in Molecular Dynamics Simulations of Biomolecules on Graphical Processing Units. Annual Reports in Computational Chemistry, — 2010. —6. —2–19. [https://doi.org/10.1016/S1574-1400\(10\)06001-9](https://doi.org/10.1016/S1574-1400(10)06001-9)

## МАЗМҰНЫ

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

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

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

## CONTENTS

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

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