

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



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

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

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

N E W S

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

SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY

4 (348)

OCTOBER – DECEMBER 2023

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

БАС РЕДАКТОР:

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

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

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

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

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

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

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

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

«Известия НАН РК. Серия физика и информатики».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

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

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

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

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

EDITOR IN CHIEF:

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

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

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

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Series of physics and informatics.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

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

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

УДК 665.733.3: 519.816

© **B. Orazbayev¹, L. Salybek^{2*}, K. Orazbayeva³, Sn. Kodanova⁴,
S. Iskakova⁴, 2023**

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

²M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan;

³Esil university, Astana, Kazakhstan;

⁴S. Utebayev Atyrau University oil and Gas, Atyrau, Kazakhstan.

E-mail: lyaklai.35972@mail.ru

METHOD FOR DEVELOPING MODELS FOR OPTIMIZING PROCESSES OF ELECTRICAL DESALTING AND DEHYDRATION DURING PRIMARY OIL PROCESSING

Orazbayev B.B. — doctor of technical sciences, academician of the Engineering academy of the republic of Kazakhstan, professor of the department of System analysis and Control, L.N. Gumilyov. Eurasian National University, Satpayev str. 2A, Astana, Kazakhstan

E-mail: batyr_o@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-2109-6999>;

L. Salybek — Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

E-mail: lyaklai.35972@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8395-2714>;

Orazbayeva K.N. — doctor of technical sciences, professor of the Department of Management, Esil university, st. Zhubanova 7, Astana, Kazakhstan

E-mail: kulman_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1741-7553>;

Kodanova Sh.K. — candidate of technical sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Information Technologies, S. Utebaev Atyrau Oil and Gas University, st. Baimukhanova 45a, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: kodanova_s@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1589-4268>;

Iskakova S.Sh. — candidate of technical sciences, Associate Professor, head of the office registrar of S. Utebaev Atyrau Oil and Gas University, st. Baimukhanova 45a, Atyrau, Kazakhstan

E-mail: iskakova_sh@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-6589-854X>.

Abstract. The desalting and dehydration unit of a primary oil refining unit using electric dehydrators and other units has been studied and its technological scheme has been described. A method is proposed for creating and developing models of complex technological systems similar to the block studied in production situations characterized by a shortage and vagueness of the initial information necessary to create the models. The proposed method, based on a systematic approach and available information of various types, allows us to develop an effective model of individual units of a technological system. Using the developed method, the most effective type of model is determined, for example, deterministic, statistical,

fuzzy, linguistic or combined model, based on the values of the criteria for selecting an effective model and the available initial information and synthesized using appropriate methods. In addition to traditional methods for developing deterministic and statistical models, the proposed approach also uses methods for synthesizing fuzzy, linguistic and combined models of the object created in this research work. The developed models based on the proposed method make it possible to determine the optimal values of the output parameters of the object (product and its qualities), used as optimization criteria by computer modeling, i.e. changes in the input and operating parameters of the object. For system modeling and optimization of the technological system as a whole, individual models developed for each unit must be combined into a single package of models, taking into account the interconnections of these units and the direction of processes in the system.

Keywords: primary oil refining, mathematical model, optimization, system method, oil desalting and dehydration

© **Б.Б. Оразбаев¹, Л.Т. Салыбек^{2*}, К.Н. Оразбаева³, Ш.К. Коданова⁴, С.Ш. Искакова⁴, 2023**

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

²М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан;

³Esil University, Астана, Қазақстан;

⁴С. Өтебаев атындағы Атырау мұнай және газ университеті.

Атырау, Қазақстан.

E-mail: lyaklai.36972@mail.ru

МҰНАЙДЫ АЛҒАШҚЫ ӨНДЕУДЕ ЭЛЕКТРОТҮЗСЫЗДАНДЫРЫРУ ЖӘНЕ СУСЫЗДАНДЫРУ ПРОЦЕССТЕРІН ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ ҮШІН МОДЕЛЬДЕР ҚҰРУ ТӘСІЛІ

Оразбаев Б.Б. — техника ғылымдарының докторы, профессор, Қазақстан Республикасы Инженерлік академиясының академигі, Жүйелік талдау және басқару кафедрасының профессоры, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш. 2А, Астана қ., Қазақстан

E-mail: batyr_o@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-2109-6999>;

Л. Салыбек — докторант. М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Тауке хан даңғылы 5, Шымкент қ., Қазақстан

E-mail: lyaklai.35972@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8395-2714>;

Оразбаева К.Н. — техника ғылымдарының докторы, профессорі, Менеджмент кафедрасының профессоры, Esil university, Жубанов көш. 7, Астана қ., Қазақстан

E-mail: kulman_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1741-7553>;

Коданова Ш.К. — т.ғ.к., доцент, С. Өтебаев атындағы Атырау мұнай және газ университеті. Ақпараттық технологиялар факультетінің деканы, Баймуханов көш. 45а, Атырау қ., Қазақстан

E-mail: Kodanova_S@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1589-4268>;

С. Искакова — т.ғ.к., доцент, С. Өтебаев атындағы Атырау мұнай және газ университеті, Офис регистратор бөлімінің меңгерушісі, Баймуханов көш. 45а, Атырау қ., Қазақстан

E-mail: iskakova_sh@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-6589-854X>.

Аннотация. Шикі мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысының электродегидраторлар мен басқа агрегаттар арқылы тұзсыздандыру, және сусыздандыру блогы зерттеліп, оның технологиялық схемасы сипатталған. Өндірістік жағдайда осы блок сияқты, модель құруға қажетті бастапқы ақпараттардың жетіспеушілігі және айқынсыздығы сипатталатын, күрделі технологиялық жүйелердің тиімді моделін құру тәсілі ұсынылған. Ұсынылған тәсіл жүйелік тәсілдеме, қолжетімді түрлі сипаттағы деректер мен ақпараттар негізінде технологиялық жүйе құрамындағы әр агрегаттың тиімді моделін құруға мүмкіндік береді. Өзірленген тәсіл көмегімен әр агрегатқа қолжетімді ақпарат және тиімді модель таңдау критерийлерінің мәндері бойынша ең тиімді модель типі, мысалы детерминді, статистикалық, айқын емес, лингвистикалық немесе құрама модель сәйкес тәсілдер арқылы құралады. Өзірленген тәсіл детерминді, статистикалық модельдерді құрудың дәстүрлі тәсілдемелерімен қатар, осы зерттеу жұмысында жасақталған нысанның айқын емес, лингвистикалық және құрама модельдерін құру тәсілдемелері де қолданылады. Құрылған модельдер компьютерлік модельдеу арқылы, яғни нысанның кіріс, режимдік параметрлерін өзгерте отырып, оптимизациялау критерийлері ретінде алынған нысанның шығыс параметрлерінің (өнімдер мен олардың сапаларының) оптималды мәндерін анықтауға мүмкіндік береді. Технологиялық жүйе жұмысын тұтастай жүйелік модельдеу және оптимизациялау үшін әр агрегатқа құрылған жеке модельдерін ол агрегаттардың өзара байланыстары мен жүйедегі процесстердің жүру бағытын ескере отырып бір модельдер пакетіне біріктіру ұсынылады.

Түйін сөздер: мұнайды алғашқы өңдеу, математикалық модель, оптимизациялау, жүйелік тәсіл, мұнайды тұзсыздандыру және сусыздандыру

© Б.Б. Оразбаев¹, Л.Т. Салыбек^{2*}, К.Н. Оразбаева³, Ш.К. Коданова⁴,
С.Ш. Искакова⁴, 2023

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

²Южно-казахстанский университет имени М. Ауезова, Шымкент, Казахстан;

³Esil University, г. Астана, Казахстан;

⁴Атырауский университет нефти и газа имени С. Утебаева,
Атырау, Казахстан.

E-mail: lyaklai.36972@mail.ru

МЕТОД РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРООБЕССОЛИВАНИЯ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ПРИ ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ

Оразбаев Б.Б. — доктор технических наук, профессор, академик НИА РК, профессор кафедры Системного анализа и управления, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сагпаева 2А, Астана, Казахстан
E-mail: batyr_o@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-2109-6999>;

Л. Салыбек — докторант, Южно-Казахстанский университет им. М. Ауезова, пропект Тауке хана 5, Шымкент, Казахстан

E-mail: lyaklai.35972@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-8395-2714>;

Оразбаева К.Н. — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры Менеджмента, Esil university, ул. Жубанова 7, Астана, Казахстан

E-mail: kulman_o@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1741-7553>;

Коданова Ш.К. — к.т.н., доцент, декан факультета информационных технологий Атырауского университета им. С. Утебаева, ул. Баймуханова 45а, Атырау, Казахстан

E-mail: Kodanova_S@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1589-4268>;

Искакова С.Ш. — к.т.н., доцент, начальник офис-регистратора Атырауского университета им. С. Утебаева, ул. Баймуханова 45а, Атырау, Казахстан

E-mail: iskakova_sh@mail.ru <https://orcid.org/0000-0002-6589-854X>.

Аннотация. Авторами исследован блок обессоливания и обезвоживания установки первичной переработки нефти с использованием электродегидраторов и других агрегатов и описана его технологическая схема. Предложен метод создания разработки моделей сложных технологических систем, аналогичных исследованного блока, в производственных ситуациях, характеризующихся дефицитом и нечеткостью исходной информации, необходимой для создания моделей. Предложенный метод на основе системного подхода, доступной информации различного характера позволяет разработать эффективную модель отдельных агрегатов технологической системы. С помощью разработанного метода определяется наиболее эффективный тип модели, например, детерминированная, статистическая, нечеткая, лингвистическая или комбинированная модель, исходя из значений критериев выбора эффективной модели и имеющейся исходной информации и синтезируются с использованием соответствующих методов. Кроме традиционных методов разработки детерминированных и статистических моделей, в предложенном подходе используются также методы синтеза нечетких, лингвистических и комбинированных моделей объекта, созданного в данной исследовательской работе. Разрабатываемые модели на основе предложенного метода позволяют определить оптимальные значения выходных параметров объекта (продукции и ее качеств), используемые в качестве критериев оптимизации путем компьютерного моделирования, т.е. изменения входных и режимных параметров объекта. Для системного моделирования и оптимизации технологической системы в целом отдельные модели, разработанные для каждого агрегата, необходимо объединять в единый пакет моделей с учетом взаимосвязей этих агрегатов и направленности процессов в системе.

Ключевые слова: первичная переработка нефти, математическая модель, оптимизация, системный метод, обессоливание и обезвоживание нефти

Кіріспе

Мұнай өңдеу зауыттарында (МӨЗ) мұнайды алғашқы өндеп, оны түрлі фракцияларға бөлу үшін негізінен ЭЛТС-АВТ — электротүзсыздандандыру және сусыздандыруатмоферлі-вакуумдық құбырлы кондырғылары

қолданылады (Orazbayev et al., 2023: 1; Zatonkiy et al., 2019: 1121). Бұл технологиялық жүйелер өзара басланысқан түрлі агрегаттардан тұрады және әлемдегі барлық МӨЗ-ның негізін құрайды. Алайда МӨЗ-да мұнайды алғашқы өңдеу технологиялық жүйелерінің басқа сапалы мұнай өнімдерін алу үшін көптеген басқа да, мысалы, мұнайды екінші, терең өңдеу жүйелері қолданылады (Tanatarov et al., 2018: 257; Sadeghbeigi 2020: 405). Мұнайды алғашқы өңдеу процесстерінің маңыздылығы, бұл процесстер негізінде мотор отындарының барлық компоненттері, майлау майлары, мұнайды екінші, терең өңдеу процесіне және мұнай химиясының шикізаттары өндіріледіндігінде (Karustin et al., 2021: 105). Сонымен қатар, ұсынылған зерттеу жұмысының өзектілігі мен маңыздылығы келесілермен негізделеді:

- мұнайды алғашқы өңдеу қондырғыларының жұмысы өндірілетін мұнай өнімдерінің көлемі мен сапасын және кейінгі тазалау процесстеріне қажетті техникалық-экономикалық көрсеткіштерді анықтайды;

- МӨЗ-на магистралды мұнай құбырлары немесе басқа көдікпен жеткізілген шикі мұнайдың құрамында айтарлықтай мөлшерде су мен тұзды болатындықтан, ол мұнайды тиімді өңдеу үшін оның құрамындағы аталған қоспалардан міндетті түрде тазалау қажет;

- қазіргі таңда басқа күрделі технологиялық жүйелерді сияқты мұнайды алғашқы өңдеу кезінде мұнайды тұзсыздандыру және сусыздандыру блогының жұмыс режимдерін оптимизациялаудың ең тиімді тәсілі математикалық модельдер арқылы жүзеге асырылады.

Стандартты мұнайды алғашқы өңдеу ЭЛТСҚ-АВҚ қондырғысының құрамына келесі блоктары енеді (Akhmetov et al., 2018: 868):

- электротұзсыздандыру және сусыздандыру (ЭЛТС) блогы;

- атмосферлі-вакуумдық (АВ) блогы;

- тұрақтандыру және ректификациялау блоктары,

МӨЗ-тарының соңғы тауарлық өнімдері ретінде ондағы екінші, терең өңдеу қондырғыларынан өндірілетін сапалы, жоғары оатандық бензин, дизельдік отын, бензол, кокс тағы басқалары болғанымен, мұнайды алғашқы өңдеу, соның ішінде ЭЛТС блогының рөлі өтер зор. Себебі, шикі мұнай қарастырылған тұзсыздандыру, сусыздандыру процесстерінен тиісті деңгейде өтпесе, ары қарай ол мұнайдан аталған тауарлық мұнай өнімдері алынбайтыны белгілі. Сондықтан шикі мұнайды алғашқы өңдеу кезінде оны тұзсыздандыру мен сусыздандыру процесстері өтетін ЭЛТС блогының жұмыс режимін оптимизациялау, тиімді басқару мәселелері қазіргі таңда аса өзекті ғылыми-практикалық мәселе болып табылады.

Бұл мәселелерді тиімді шешу үшін ЭЛТС блогының адекватты математикалық модельдерін құру қажет. Алайда, практикада, өндірістік жағдайда әдетте математикалық модельдерді құруға қажетті сенімді бастапқы деректер мен ақпараттар жеткіліксіз немесе айқын емес болып табылады (Assanova et al. 2023: 28–43; Orazbayev et al., 2021: 145–152; Suleimenov et al., 2019: 117; Mircea et al. 2023: 67; Dubois 2022: 3). Мұндай жағдайда математикалық модельдерді белгілі, дәстүрлі тәсілдер негізінде

құру мүмкін емес, немесе тиімсіз, себебі алынған модель адекватсыз, дұрыс болмайды. Сондықтан аталған шынайы, өндірістік жағдайда зерттеу нысаны болып табылатын ЭЛТС блогының математикалық модельдерін құру үшін бұл зерттеуде белгілі тәсілдермен қатар эксперттік бағалау және айқын емес жиындар теориясының тәсілдерін кешенді қолданатын жүйелік тәсіл ұсынылып қолданылады (Orazbayev et al., 2022: 112–129; Moldasheva et al., 2022: 164–185). Сонымен, бұл жұмыстың басты мақсаты мұнайды алғашқы өңдеу процесінде электротұзсыздандыру және сусыздандыру блогының жұмыс режимдерін оптимизациялауға қажетті математикалық модельдерді, бастапқы ақпараттың тапшылығы мен айқынсыздығы жағдайында құру болып табылады.

Зерттеу материалдары мен тәсілдері

Тауарлық мұнай өнімдері (газдардан басқасы) шикі мұнайдан бір қондырғы мен процесс арқылы тікелей өндірілмейді, олардың барлығы бірнеше қондырғыларда мұнайды алғашқы, екінші және терең өңдеу жолымен алынады. Бұл тізбекте бірінші болып, әрқашан ЭЛТС-АВТ технологиялық жүйесі болады. Тауарлық өнімдерді өндіру технологиялық тізбегінде барлық басқа қондырғылардың жұмыс тиімділігі, өндірілетін моторлық отындары, басқа өнімдердің көлемі мен сапасы, яғни мұнайды екінші, терең өңдеу процесстерінің техникалық-экономикалық тиімділіктері мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысының жұмыс нәтижесіне байланысты. Сол себептен мұнайды алғашқы өңдеу кезінде оны тұзсыздандыру мен сусыздандыру процесстерін тиімді, оптималды режимде жүргізілуі тиіс. Ұсынылған жұмыстың зерттеу нысаны мен материалдарына мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысының ЭЛТС блогы мен бұл блоктың сипаты және жұмыс режимдері жайлы материалдар, деректер, ақпараттар жатады.

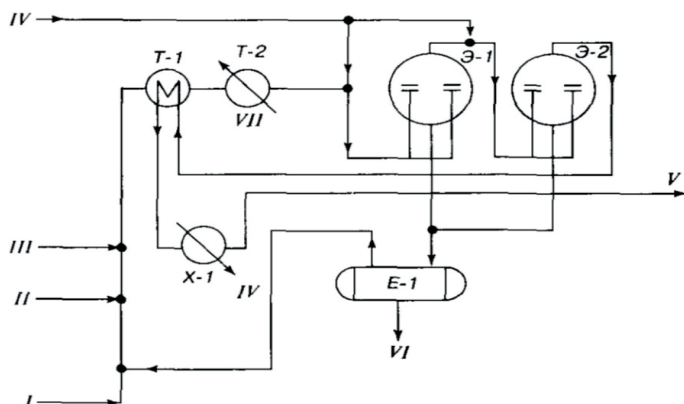
Қысқаша мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысы мен процесстерін сипаттайық (Orazbayev et al., 2020: 138; Manovyan et al., 2021: 568; Savchenkov 2023: 127). ЭЛТСҚ-АВҚ қондырғысының жоғарыда сипатталған блоктардың арқайсысы мұнайды тазарту және одан белгілі бір фракцияларды бөліп шығаруға арналған. Бірінші кезекте шикі мұнай ЭЛТС блогына түсіп, онда мұнайды тұзсыздандыру және сусыздандыру процесстері негізінде аталған зиянды қоспалардан тазарталады (Suleimenov et al., 2019: 117,). Содан кейін тұзсыздандырылған және сусыздаандырылған өнім қыздырылады да, АВ блогына беріледі, бұл блокта тазартқан мұнай төменгі және жоғарғы өнімдерге бөлінеді бөлінеді. Колоннаның төменгі жағынан тазартылған өнім негізгі атмосфералық колоннаға қайта бағыттталып, онда керосин, жеңіл дизель және ауыр дизель фракциялары бөлінеді.

Егер вакуумдық колонна қосылмаса, онда атмосфералық колоннаның төмегі жағынан алынған мазут тауарлық өнім ретінде алынады. Ал вакуумдық колонна қосылғанда мазут қыздырылады да вакуумдық колоннада одан жеңіл вакуумдық газойль, күнгірттелген өнім және маңызды өнім мұнай коксы алынатын гудрон бөлінеді. Бензиндік фракциялардың жоғарғы өнімдері араласады да, су мен газдардан босатылып, тұрақтандыру колоннасына

бағытталады. Өнімнің жоғарғы бөлігі салқындатылып, конденсат не газ түрінде буланады, ал төменгі бөлігі ары қарай фракцияларға бөліну үшін екінші өңдеуге жіберіледі.

ЭЛТС блогының технологиялық схемасы келесі сурет 1-де келтірілген. Мұнайшикізат резервуарларынаналынып, су және дезмульгатормен, сондай-ақ мұнайдың құрамында бейорганикалық қышқылдар болғанда, сілтімен немесе содамен араластырады. Содан кейін араласқан мұнай Т-1 жылуалмастырғышы мен Т-2 бу қыздырғышында қажетті температураға дейін қыздырылады. Ары қарай Т-2 бу қыздырғышынан мұнай Э-1 электродегидраторының бірінші сатысына беріледі. Э-1 электродегидраторында мұнайдың құрамындағы тұз бен судың негізгі бөлігі — мұнайдағы олардың мөлшері 10 есеге дейін тазарады. Э-1-ден мұнай Э-2 электро- дегидратордың екінші сатысына қайта өңдеуге беріледі. Э-2 электродегидратордың алдында тағы да су беріледі. Э-2-ден тұзсыздандырылған мұнай Т-1 жылуалмастырғыш және Х-1 тоңазытқышы арқылы қондырғыдан шығарылады, ал электродегидраторларында бөлінген суды қосымша тұндыру үшін Е-1 мұнай сепараторына жіберіледі. Е-1-де бөлінген мұнай шикізат сорғысына қайтарылады, ал су канализацияға жіберіліліп, тазартудан өтеді. Электродегидраторларды жеңіл мұнайлар 80100°С-та, ал ауыр мұнайлар 120140°С-та, тұзсыздандырылып, сусыздандырылады.

Шикі мұнайды алғашқы өңдеу атмосфералық колоннада атмосфералық немесе одан жоғары қысымда өтеді, ал қалдықтарды фракциялау — вакуумдық колоннада жүзеге асырылады. Атмосфералық және вакуумдық құбырлы колонналар (АҚ және ВҚ) тәуелсіз немесе біріктірілген (АВҚ) болады. Мұнай мен оның фракцияларын өңдеудегі негізгі міндеттердің бірі АВҚ түбінен жеңіл фракцияларды алу тереңдігін арттыру болып табылады. Әдетте өндірістік жағдайда қарастырылған тұзсыздандыру, сусыздандыру, колонналарда фракцияларға бөлу процесстері олардың модельдерін құруға қажетті ақпараттардың тапшылығы және айқынсыздығымен сипватталады.



I шикі мұнай; II дезмульгатор; III сілті; IV таза және қайта өңделген су; V тұзсыздандырылған, сусыздандырылған мұнай; VI канализацияға су; VII су буы.

Сурет 1 ЭЛТС блогының технологиялық схемасы

Бұл жағдай зерттеу объектісінің модельдерін құру үшін дәстүрлі тәсілдерге қосымша ақпарат тапшылығы және ақынсыздығы жағдайында модельдер құруға мүмкіндік беретін жүйелік және басқа тәсілдерді модификациялау, құру, джетілдіруді талап етеді. Осыған байланысты бұл зерттеу жұмысында нысандардың модельдерін құруда дәстүрлі аналитикалық (Mircea et al., 2023: 67; Rulov et al., 2022: 225; Shumscy et al., 2021: 307), эксперименталдық-статистикалық (Zhuang et al., 2022: 3804; Zhi-Wen et al., 2023: 152; Karmanov et al., 2022: 287) тәсілдер, сондай-ақ эксперттік бағалау (Lukianova, et al, 2022: 335, Voiko, 2020: 9), айқын емес жиындар тәсілдері (Dubois 2022: 3; Kahraman 2021: 18; Zimmermann, 2020: 525), кешенді қолданатын жүйелік тәсілдеме ұсынылып, қолданатын болады.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Бұл жұмыстың негізгі зерттеу нәтижесіне мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысы мен оның ЭЛТС блогы сияқты бастапқы ақпараттың тапшылығы және айқынсыздығымен сипатталатын күрделі технологиялық нысандардың математикалық модельдер кешенін құру әдістемесі жатады. Ұсынылған әдістеме келесі негізгі пункттерді қамтиды.

1. Технологиялық нысанды жүйелік талдау, оның жұмыс режимдері, күйі жайында модельдеріен құру үшін қолжетімді деректер мен ақпараттар жинап, өңдеу және модельдеу мақсатын анықтау;

2. Модельдеу мақсатын ескере отырып, технологиялық жүйенің әр элементіне құрылуы мүмкін модельдердің типтерін салыстыру және бағалау критерийлерін құру;

3. Құрылған критерийлер негізінде технологиялық жүйе агрегаттары модельдер типін эксперттік бағалау тәсілдері арқылы бағалап, интегрленген критерий мәні бойынша әр агрегатқа ең тиімді модель типін анықтау.

4. Жүйелік талдау мен эксперттік бағалау нәтижелерін ескере отырып және қолжетімді бастапқы ақпараттың сипаттамаларына байланысты әртүрлі модельдерді үлгілерді құрастырыңыз. Модельдің оңтайлы түрін анықтау және сәйкес әр агрегатқа оған тиімді модель типін құру үшін келесі пункттерге өту.

5. Зерттелетін технологиялық жүйе элементінің жұмысын сипаттайтын теориялық ақпарат жеткілікті болса және интегрленген критерий бойынша детерминделген модель максималды мәнге ие болса, онда ол үшін аналитикалық тәсілдер көмегімен, детерминделген модель құрылады. Басқаша жағдайда, келесі пунктке өту.

6. Егер зерттелетін технологиялық жүйе агрегатының жұмысын сипаттайтын статистикалық деректер жеткілікті болса немесе оларды тәжірибелер арқылы жинақтау мүмкін болса, ал интегрленген критерий бойынша статистикалық модель оптималды, яғни максималды мәнге ие болса, онда эксперименттік-статистикалық тәсілдер негізінде агрегаттың статистикалық моделін құрылады. Басқаша жағдайда, келесі пунктке өту.

7. Егер агрегаттың жұмысын сипаттайтын теориялық және статистикалық ақпараттар жеткіліксіз болса және мұндай ақпаратты жинау мүмкін болмаса

немесе экономикалық тұрғыдан тиімсіз болса, бірақ агрегат жайлы айқын емес ақпарат болса, онда келесі жағдайлар болуы мүмкін. Айқын емес модельді бағалайтын интегрленген критерий максималды мәнге ие болған жағдайда, егер агрегаттың кіріс параметрлері айқын, ал шығыс параметрлері айқын емес болса, онда оның айқын емес моделін құру үшін 9-пунктке өту. Ал агрегаттың кіріс те, шығыс та параметрлері айқыын емес болғанда, оның лингвистикалық моделін құру үшін келесі 8-пунктке өту.

8. Агрегаттың айқынсыз кіріс, режимдік параметрлері $\tilde{x}_i \in \tilde{A}_i, i = \overline{1, n}$ мен оның жұмыс сапасын сипаттайтын шығыс параметрлерін $\tilde{y}_j \in \tilde{B}_j, j = \overline{1, m}$ анықтау. Бұл параметрлер модель құру үшін қажет және лингвистикалық айнымалылар болып табылады, мұнда $\tilde{A}_i \in X, \tilde{B}_j \in Y$ – кіріс және шығыс параметрлерін сипаттайтын айқын емес ішкі жиындар, ал X, Y – әмбебап жиындар,

8.1. Шешім қабылдаушы тұлға (ШҚТ), эксперттер қатысуымен эксперттік бағалау тәсілдері арқылы, модельденетін нысанның параметрлерін сипаттайтын термин жиындарды анықтау және айқын емес параметрлердің, яғни термдердің тиістілік функцияларын $\mu_{A_i}(\tilde{x}_i), \mu_{B_j}(\tilde{y}_j)$ құру.

Айқын емес ортада мұнай өңдеу өндірісі технологиялық объектілерін модельдеу тәжірибесіне негізінде, тиістілік функцияның келесі бейімделгіш құрылымын ұсынуға болады: $\mu_{B_j}^p(\tilde{y}_j) = \exp(Q_{B_j}^p | (y_j - y_{mdj})^{N_{B_j}^p} |)$, мұнда $\mu_{B_j}^p(\tilde{y}_j)$ нысанның шығыс айқынсыз параметрлерінің \tilde{B}_j айқын емес жиынына тиістілік функциясы; p – терм нөмері; $Q_{B_j}^p$ тиістілік функцияны идентификациялауда анықталатын айқынсыздық деңгейін бағалайтын параметр (коэффициент); $N_{B_j}^p$ термдердің тиістілік функциясының анықталу облысын анықтайтын және тиістілік функция графигінің формасын өзгертуге мүмкіндік беретін коэффициенттер; y_{mdj}^p p терміне ең сәйкес келетін айқын емес айнымалы. Бұл айнымалы келесі шарт бойынша анықталады:

$$\mu_{B_j}^p(y_{mdj}^p) = \max_j \mu_{B_j}(y_j).$$

8.2 Кіріс және шығыс лингвистикалық айнымалылар арасындағы байланыстарды анықтау, яғни \tilde{x}_i және \tilde{y}_j арасында айқын емес бейнеледі (отображение) \tilde{R}_{ij} құру. Есептеуде айқын емес бейнелеуді қолданудың ыңғайлылығы үшін оның тиістілік функциялары арқылы байланыстар матрицасын: $\mu_{R_{ij}}(\tilde{x}_i, \tilde{y}_j) = \min[\mu_{A_i}(\tilde{x}_i), \mu_{B_j}(\tilde{y}_j), i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}]$ анықтау. Содан кейін нысанның жалпы құрылымы келесідей: IF $\tilde{x}_1 \in \tilde{A}_1 (\tilde{x}_2 \in \tilde{A}_2 (\dots, (\tilde{x}_n \in \tilde{A}_n), \dots))$ THEN $\tilde{y}_j^M \in \tilde{B}_j, j = \overline{1, m}$ лингвистикалық модельдерін құру.

8.3 Композициялық қорытындылау ережесі $\tilde{B}_j = \tilde{A}_i \circ \tilde{R}_{ij}$ негізінде, зерттелетін жүйе агрегатының шығыс параметрлерінің айқын емес мәндерін анықтау, содан кейін айқын емес шешімдерден шығыс параметрлерінің сандық мәндерін анықтау. Мұнда композициялық қорытынды ережесін қолдана

отырып, агрегат жұмысының сапасын анықтайтын оның шығыс параметрлері анықталады, мысалы, максиминдің көбейту арқылы. \tilde{x}_i^* – эксперттер бағалаған агрегаттың кіріс айқын емес параметрлерінің мәндері болсын. Сонда кіріс параметрлерінің ағымдағы мәндерінің жиыны кіріс параметрлерінің тиістілік функцияларының максималды болатын: $\mu_{A_i}(\tilde{x}) = \max(\mu_{A_i}(\tilde{x}_i^*))$ айқын емес жиын ретінде анықталады. Содан кейін шығыс айнымалылардың айқын емес мәндері макимин көбейтіндісін өрнектейтін тиістілік функциялар түрінде: $\mu_{B_j}(\tilde{y}_j^*) = \max_{x_i \in X_i} \{\min[\mu_{A_i}(\tilde{x}_i^*), \mu_{R_{ij}}((x_i^*, \tilde{y}_j^*))]\}$ анықтау.

Агрегаттың шығыс параметрлерінің сандық мәндерін, олардың тиістілік функциялары максималды болатын аргумент ретінде келесі өрнек көмегімен дей анықтау келесі өрнек арқылы анықтау: $y_j^c = \arg \max_{\tilde{y}_j^*} \mu_{B_j}(\tilde{y}_j^*)$. Алынған модельдің адекваттығын тексеріп, қамтамасыз ету үшін 11-пунктке өту.

9. Агрегаттың кірісін, жұмыс параметрлерін және жұмыс сапасын сәйкесінше сипаттай отырып, оның анық кіріс $x_i \in A_i, i = \overline{1, n}$ және айқын емес шығыс $\tilde{y}_j \in \tilde{B}_j, j = \overline{1, m}$ параметрлерін анықтап, таңдау. Бұл параметрлер технологиялық жүйенің зерттелетін агрегатының айқын емес моделін құру үшін қажет.

9.1 Құрылатын айқын емес модельдердің құрылымын анықтау, яғни құрылымдық идентификациялау есебін шығару. Мысалы, айқын емес модель құрылымын регрессорларды біртіндеп қосу тәсілі негізінде айқын емес регрессиялық тендеулер түрінде анықтауға болады:

$$\tilde{y}_j = \tilde{a}_{0j} + \sum_{i=1}^n a_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^n \sum_{k=i}^n a_{ikj} x_{ij} x_{kj}, j = \overline{1, m}.$$

9.2 Айқын емес параметрлерді параметрлік идентификациялау есебін шешу, яғни айқын емес регрессия коэффициенттерін $(\tilde{a}_0, \tilde{a}_1, \dots, \tilde{a}_n)$, мысалы, α деңгейлі жиынындар арқылы модификацияланған ең кіші квадраттар тәсілі негізінде анықтау. Содан кейін құрылған айқын емес модельдің адекваттығын тексеріп, қамтамасыз ету үшін 11-пунктке өту.

10. Технологиялық жүйе агрегаттарының жұмысын сипаттайтын теориялық, статистикалық деректер мен айқын емес ақпараттар жеткіліксіз болса немесе оларды жинау экономикалық тұрғыдан тиімсіз болса және құрамдас (гибридті) модель үшін интегрленген критерий максималды балға ие болса, нысанның құрамдас модельін құру. Бұл жағдайда әртүрлі типтегі қолжетімді (теориялық, статистикалық, айқын емес) ақпарат негізінде құрамдас модель әзірленеді. Ол үшін нысанның белгілі бір параметрін сипаттау үшін жоғарыда сипатталған тәсілдемінің 6, 8, 9 пункттерінің түрлі комбинациялары қолданылады.

11. Модельдің адекваттығыен келесі шарт бойынша тексеру:

$R = \min_{j=1}^m (y_j^M - y_j^E)^2 \leq R_D$, мұнда y_j^M – нысанның модель арқылы анықталған (есептік) шығыс параметрлерінің мәні, y_j^E – оның тәжірибелік

(нақты) мәндері болып табылады, ал R_D – олардың арасындағы рқұсаттама ауытқу. Егер адекваттық шарты орындалса, онда модель нысанды модельдеуге және оның, біздің жағдайда ЭЛТС блогының жұмыс режимдерін оптимизациялауға ұсынылады. Егер адекваттық шарты орындалмаса, онда модельдің адекватсыздығының себебін анықтап, адекваттықтығын қамтамасыз ету үшін ұсынылған жүйелік тәсілдің жоғарыдағы сәйкес пунктеріне қайта өту. Құрылған модель адекватсыздығының негізгі себептері: модельге процеске айтарлықтай әсер ететін кейбір параметрлердің енбей қалуы; модельдің құрылымы және/немесе параметрлерінің дұрыс идентификацияландауы және т.б. болуы мүмкін.

Ұсынылған жүйелік тәсілдің жаңашылдығы мен модельді құруға арналған белгілі тәсілдердің артықшылығы, оның бастапқы ақпараттың тапшылдығы мен ақынсыздығы жағдайында күрделі өндірістік жүйелердің түрлі қолжетімді ақпарат негізінде тиімді модельдерін құруға мүмкіндік беруінде. Сонымен қатар бұл тәсіл, ақынсыздықпен сипатталатын, ШҚТ мен эксперттер тәжірибесі білімі және интуициясы негізінде нысанның айқын емес және/немесе лингвистикалық модельдерін құруда қолданылады. Ал тәсіл жүйелік болғандықтан синергизм және эмерженджендік эффект есебінен оның аталған күрделі жағдайда шынайы технологиялық жүйелердің модельдерін құруда үлкен тиімділікке ие болады. Жұмыста құрылып, сиратталған тәсіл жүйелік талдау тәсілдемесін, айқын емес ақпаратты жинауғ, формализациялау, өңдеп, қолдану үшін эксперттік бағалау мен айқын емес жиындар теорияларының тәсілдерін қолдануға негізделген.

Қорытынды

Мұнайды алғашқы өңдеу кезінде маңызды орын алптын шикі мұнайды тұзсыздандыру мен сусыздандыру процесі зерттеліп, бастапқы ақпараттың тапшылығы және айқынсыздығы жағдайында бұл процесстерді оптимизациялау үшін олардың математикалық модельдерін құрудың жүйелік тәсілі әзірленген. Ұсынылған тәсіл модельдер құрудың дәстүрлі тәсілдері мен қатар эксперттік бағалау және айқын емес жиындар тәсілдерін жүйелі қолану негізінде қолжетімді түрлі сипаттағы ақпараттар негізінде күрделі технологиялық жүйе агрегаттарының тиімді модельдерін құруға мүмкіндік тұғызады. Жасақталған тәсіл қолжетімді ақпараттар сипатына және жүйенің әр агрегатына тиімді модельді таңдау критерийлері мәндеріне байланысты детерминді, статистикалық, айқын емес, лингвистикалық не құрама модельді құруға арналған.

Технологиялық жүйе жұмысын жүйелік модельдеу қажет болған жағдайда, құрылған жеке агрегаттардың модельдері олардың байланыстары мен жүйеде өтетін процесстерді ескере отырып бір модельдер пакетіне біріктіру қажет болады. Ұсынылған жүйелік тәсіл көмегімен мұнайды алғашқы өңдеу қондырғысының ЭЛТС блогы агрегаттарының тиімді модельдері құрылуда. Құрылған модельдер компьютерлік модельдеу негізінде аталған блоктың агрегаттарының тиімді жұмыс режимдерін анықтау арқылы тұзсыздандыру және сусыздандыру процесстерін оптимизациялауға қолданылатын болады.

REFERENCES

- Assanova B., Orazbayev B., Moldasheva Zh., Shuitenov G., Dyussembina E. (2023). Methodology for developing models of interrelated technological units of a delayed coking unit on the basis of available information of a different nature // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Physico-Mathematical series.* — 2023. — Vol. 3. — № 347. <https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.202> (In Kaz).
- Akhmetov S.A. et al. (2018). Technology and equipment for oil and gas processing processes. — St.Petersburg: Nedra. — 2018. — 868 p. (In Rus.).
- Boiko Y. (2020). Methods of forming an expert assessment of the criteria of an information system for managing projects and programs // *Computer sciences.* —2020. —Vol. 5. — Pp. 911. (In Eng).
- Dubois D. (2022). The role of fuzzy sets indecision sciences: old techniques and new direction // *Fuzzy Set. Syst.* — 2022. — Vol. 184. — Pp. 3–17.
- Kahraman C. (2021). Multi-criteria decision-making methods and fuzzy sets. In *Fuzzy multi-criteria decision making.* — 2021. — Springer. — P. 18. (In Eng).
- Kapustin V., Rudin M. (2021). *Chemistry and Technology of Oil Refining.* Begell House, Inc. — 2021. — P 107. (In Eng).
- Karmanov F.I., Ostreykovsky V.A. (2022). Statistical methods for processing experimental data using the MathCad package, Infra-M, Moscow. — 2022. — P. 287. (In Rus.).
- Kulov N.N., Gordeev, L.S. (2022). Mathematical modeling in chemical engineering and biotechnology // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering.* — 2022. — Vol. 48. — Pp. 225–229. (In Eng).
- Lukianova V., Shutyak Y., Polozova V. (2019). Expert assessment method in socio-economic research and Scales transformations. *Advances in Economics, Business and Management Research.* — 2019. — Vol. 99(3). — Pp. 355360. (In Eng).
- Manovyan A.K. (2021). Technology of primary processing of oil and natural gas. -M.:Chemistry, -2021.-Pp. 568. (In Rus.).
- Mircea C., Agachi S., Marimoiu V. (2023). Simulation and Model Predictive Control of a UOP Fluid Catalytic Cracking // *Chemical Engineering and Processing.* — 2023. —Vol. 42. — Pp. 67–75. (In Eng).
- Moldasheva Zh., Orazbayev B., Assanova B., Iskakova Sh., Orazbayeva K. (2022). Optimization of operation modes of reforming reactors of a catalytic reforming unit on the basis of computer modeling // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series information technology* — 3 (343) Sept – September — 2022. — Pp. 164–185. https://doi.org/10.32014_2518-1726_2022_343_3_71-90 (In Rus.).
- Orazbayev B.B. et al. (2023). Methods of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making for Controlling the Operating Modes of the Stabilization Column of the Primary Oil-Refining Unit // *Mathematicsiso* — 2023, — 11, 2820. — Pp. 1–20. <https://doi.org/10.3390/math11132820/> (in Eng).
- Orazbayev B., Moldashev Zh., Goncharov B., Orazbayeva K. (2022). Diagnostics and systems of oil transportation through main pipelines // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series information technology. Series Physico-mathematical,* — 2022, — 2 (342). — Pp.112–129. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-1726.133> (In Rus.).
- Orazbayev B., Zhumadillayeva A., Dyussekeyev K., Santeyeva S., (2021). Xiao-Guang Yue. Development mathematical models of petrol reforming reactors of the LG-35-11 / 300-95 installation based on a system approach // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series Physico-mathematical,* — 2021, — 5 (339). — Pp.145–152. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-1726.95> (In Rus.).
- Orazbayev B.B., Orazbayeva K.N., Utenova B.E. (2020). Development of Mathematical Models and Modeling of Chemical Engineering Systems under Uncertainty // *Theoretical Foundations of Chemical Engineering.* — 2020. — Vol. 48(4). — Pp. 138–149. (In Eng).
- Sadeghbeigi R. (2020). *Fluid Catalytic Cracking Handbook.* 2nd ed. Gulf Publishing. — 2018. — P 405. (In Eng)
- Savchenkov A.L. (2023). Primary processing of oil and gas. 2nd ed. -Tyumen: TyumSOGU, — 2023. — P. 127.

Shumsky V.M., Zyryanova L.A. (2021). Engineering tasks in oil refining and petrochemistry, Chemistry. — 2021. — P.307. (In Rus.).

Suleimenov E.B., Makeev D.S. (2019). Technological regulations for the installation of ELOU-AT-2 TR-2-015-008-2019. -Atyrau: published by AUNG. — 2019. — P.117. (In Rus.).

Tanatarov M.A. et al. (2018). Technological processes of oil refining plants. -M.: Chemistry, — 2018. — P 357. (In Rus.).

Zatonskiy A.V., Tugashova L.G., Alaeva N.N. (2019). Controlling the Oil Rectification Process in a Primary Oil Refining Unit Using a Dynamic Model // Petroleum Chemistry. — 2019. — Vol. 57. — Pp.1121–1131. (in Eng).

Zhuang W., Li Y., Qiu G. (2022). Statistical inference for a relaxation index of stochastic dominance under density ratio model. Journal of Applied Statistics, — 2022. — Vol.49(15). — Pp. 3804–3822. (In Eng).

Zhi-Wen, Zh, De-Hui W. (2023). Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model, Mathematical and Computer Modelling, — 2023. — Vol.56. — Pp.152166. (In Eng).

Zimmermann H.-J. (2020). Fuzzy Set Theory – and Its Applications: Springer Science+Business Media. — 2020, LLC. Fifth Edition. — P. 525, (In Eng).

МАЗМҰНЫ

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

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

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

CONTENTS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

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

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Подписано в печать 28.12.2023.

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

21,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.