

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**

3 (347)

JULY – SEPTEMBER 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 «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

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

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

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

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

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

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

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

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

БАС РЕДАКТОР:

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

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

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

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

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

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

ТАКИБАЕВ 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 3. Number 347 (2023). 28–43
<https://doi.org/10.32014/2023.2518-1726.202>

УДК 665.733.3: 519.816

©**B. Assanova**¹, **B. Orazbayev**^{1,2*}, **Zh. Moldasheva**¹, **G. Shuitenov**³,
E. Dyussembina³, 2023

¹Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan;

²L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan;

³Esil University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: batyr_o@mail.ru,

METHODOLOGY FOR DEVELOPING MODELS OF INTERRELATED TECHNOLOGICAL UNITS OF A DELAYED COKING UNIT ON THE BASIS OF AVAILABLE INFORMATION OF A DIFFERENT NATURE

Assanova B.U. — PhD, Dean of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technology, Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, st. Students №1 Atyrau, Kazakhstan

E-mail: baha1981_13@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1029-6266>;

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>;

Moldasheva Zh.Zh. — Deputy Dean of the Faculty of Physics, Mathematics and Information Technologies of Atyrau University named after H. Dosmukhamedov

E-mail: zhadira1985@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0559-3410>;

Shuitenov G.Zh. — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Strategy and Digitization, Esil University, Zhubanov str.7, Astana, Kazakhstan

E-mail: g.shuitenov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9905-7247>;

Dyussembina E. — doctoral student of the Department of System Analysis and Control, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev str.2A, Astana, Kazakhstan

E-mail: e-m-i-k-o_90@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-7347-7218>.

Abstract. A technique is being developed for constructing models of interconnected units of complex technological systems characterized by a deficit and fuzziness of initial information, for example, a slow coking unit, using various types of available information. The proposed methodology is based on the development of models of interconnected aggregates of technological systems based on the available information of a different nature and the values of the criteria for choosing an effective model of each aggregate and on combining them into a single system (package) of models. The integration of the developed models of individual units into one package is carried out taking into account the flow of the

process in the technological system and the interconnections of its units. Criteria for determining the type of effective model for each unit and the process of choosing a model are carried out on the basis of an expert assessment and system analysis of the operating modes of the technological system. A general block diagram of the created methodology for developing models of aggregates of a technological system is created on the basis of available information of a different nature in conditions of deficiency and fuzziness of the initial information, as well as a block diagram for the development of deterministic, statistical, fuzzy or linguistic models of aggregates. The developed system methodology, with the availability of the necessary information, will allow developing deterministic or statistical models using traditional analytical and experimental-statistical methods, as well as fuzzy or linguistic models based on the proposed methods with fuzzy initial information. The proposed methods are intended for the synthesis of a fuzzy model of an aggregate, when its input parameters are clear, and its output parameters are fuzzy, and a linguistic model of an aggregate, when both the input and output parameters of an object are fuzzy.

Keywords: technological system, fuzzy model, system approach, package of models, expert evaluation

© Б.У. Асанова^{1,2}, Б.Б. Оразбаев^{1,2}, Ж.Ж. Молдашева¹, Г.Ж. Шүйтенов³,
Э.М. Дюсембина², 2023

¹ Х. Досмухамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан;

² Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

³ Esil University, Астана, Қазақстан.

E-mail: baha1981_13@mail.ru

ТҮРЛІ СИПАТТАҒЫ ҚОЛ ЖЕТІМДІ АҚПАРАТТАР НЕГІЗІНДЕ БАЯУ КОКСТЕУ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСҚАН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ АГРЕГАТТАРЫ МОДЕЛЬДЕРІН ҚҰРУ ӘДІСТЕМЕСІ

Асанова Б.У. — PhD, Х.Досмухамедов атындағы Атырау университеті, физика-математика және ақпараттық технологиялар факультетінің деканы, студенттер даңғылы №1 Атырау қ., Қазақстан

E-mail: baha1981_13@mail.ru.

Оразбаев Б.Б. — техника ғылымдарының докторы, 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

Молдашева Ж.Ж. — Х.Досмухамедов атындағы Атырау университеті, физика-математика және ақпараттық технологиялар факультетінің оқу ісі жөніндегі декан орынбасары, студенттер даңғылы №1 Атырау қ., Қазақстан

E-mail: zhadira1985@mail.ru

Шүйтенов Г.Ж. — педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, Стратегия және цифровизация бойынша проректор, Esil University, Жұбанов көш. 7, Астана қ., Қазақстан

E-mail: g.shuitenov@mail.ru.

Дюсембина Э.М. — Жүйелік талдау және басқару кафедрасының докторанты, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Сәтпаев көш. 2А, Астана қ., Қазақстан
E-mail: e-m-i-k-o_90@mail.ru.

Аннотация. Түрлі сипаттағы қол жетімді ақпараттарды қолдана отырып баяу кокстеу қондырғы сияқты бастапқы ақпараттың тапшылы және айқынсыдығымен сипатталатын күрделі технологиялық жүйелердің өзара байланысқан агрегаттарының модельдерін құру әдістемесі әзірленеді. Бұл әдістеме технологиялық жүйенің өзара байланысқан әр негізгі агрегаттарына қол жетімді ақпарат сипаты және оған тиімді модель таңдау критерийлері мәндері бойынша модель құруға және оларды бір жүйеге (пакетке) біріктіруге негізделеді. Жеке агрегаттардың құрылған модельдерін бір пакетке біріктіру технологиялық жүйеде жүретін процесстің өтуін және агрегаттардың өзара байланыстарын ескере отырып орындалады. Әр агрегатқа тиімді модель типін анықтау критерийлері мен модельді таңдау процесі эксперт-мамандар көмегімен жүйелік талдау арқылы жүзеге асырылады. Түрлі қол жетімді ақпараттар негізінде бастапқы ақпараттардың тапшылығы мен айқынсыздығы жағдайында жүйе агрегаттарының модельдерін құру әдістемесінің жалпы блок-схемасы мен детерминді, статистикалық және айқын емес, лингвистикалық модельдерді құру тәсілдерінің блок-схемалары келтіріледі. Әзірленетін жүйелік әдістеме қажетті ақпараттар болған дәстүрлі аналитикалық, эксперименталдық-статистикалық тәсілдерді қолдана отырып, агрегаттың детерминді немесе статистикалық модельдерін, ал бастапқы ақпараттар айқын емес болғанда, ұсынылатын тәсілдер негізінде, айқын емес немесе лингвистикалық модельдерін құруға мүмкіндік беретін болады. Ұсынылатын тәсілдер агрегаттың кірісі айқын, шығысы айқын емес болғанда оның айқын емес моделін, ал кірісі де, шығысы да айқын емес болса, агрегаттың лингвистикалық моделін құруға арналады.

Түйін сөздер: технологическая система, нечеткая модель, системный подход, пакет моделей, экспертная оценка

Зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады (грант №АР19679897 «Мұнай коксын өндіру процесін басқару үшін интеллектуалдандырылған шешім қабылдау жүйесін әзірлеу»).

© Б.У. Асанова¹, Б.Б. Оразбаев^{1,2*}, Ж.Ж. Молдашева¹, Г.Ж. Шуйтенов³,
Э.М. Дюсембина², 2023

¹ Атырауский университет им. Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан;

² Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева,
Астана, Казахстан;

³ Esil University, Астана, Казахстан.

E-mail: baha1981_13@mail.ru

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ УСТАНОВКИ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ДОСТУПНОЙ ИНФОРМАЦИИ РАЗЛИЧНОГО ХАРАКТЕРА

Асанова Б.У. — PhD, декан факультета физики-математического и информационных технологий Атырауского университета имени Х. Досмухамедова, ул. Студентов №1 Атырау, Казахстан

E-mail: baha1981_13@mail.ru.

Оразбаев Б.Б. — академик Инженерной академии Республики Казахстан, профессор кафедры Системного анализа и управления, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сапгаева 2А, Астана, Казахстан

E-mail: batyr_o@mail.ru

Молдашева Ж.Ж. — зам. декан по учебной работе факультета физики-математического и информационных технологий Атырауского университета имени Х. Досмухамедова, ул. Студентов №1 Атырау, Казахстан

E-mail: zhadira1985@mail.ru

Шуйтенов Г.Ж. — кандидат педагогических наук, доцент, проректор по стратегии и цифровизации, Esil University, ул. Жубанова 7, Астана, Казахстан

E-mail: g.shuitenov@mail.ru.

Дюсембина Э.М. — докторант кафедры Системного анализа и управления Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, ул. Сапгаева 2А, Астана, Казахстан

E-mail: e-m-i-k-o_.90@mail.ru.

Аннотация. Разрабатывается методика построения моделей взаимосвязанных агрегатов сложных технологических систем, характеризующихся дефицитом и нечеткостью исходной информации, например установка медленного коксования, с использованием доступной информации различного типа. Предлагаемая методика основывается на разработке моделей взаимосвязанных агрегатов и технологических систем, на основе доступной информации различного характера и значениях критериев выбора эффективной модели каждого агрегата и на объединении их в единую систему (пакет) моделей. Объединение разработанных моделей отдельных агрегатов в один пакет выполняется с учетом протекания процесса в технологической системе и взаимосвязей ее агрегатов. Критерии определения типа эффективной модели для каждого агрегата и процесс выбора модели осуществляются на основе экспертной оценки и системного анализа режимов работы технологической системы. Создается общая блок-схема создаваемой

методики разработки моделей агрегатов технологической системы на основе доступной информации различного характера в условиях дефицита и нечеткости исходной информации, а также блок-схемы разработки детерминированных, статистических, нечетких или лингвистических моделей агрегатов. Разрабатываемая системная методика при доступности необходимой информации позволит разрабатывать детерминированные или статистические модели с использованием традиционных аналитических и экспериментально-статистических методов, а также нечетких или лингвистических моделей на основе предлагаемых методов при нечеткости исходной информации. Предлагаемые методы предназначены для синтеза нечеткой модели агрегата, когда его входные параметры четкие, а его выходные нечеткие, и лингвистической модели агрегата, когда и входные, и выходные параметры объекта нечеткие.

Ключевые слова: технологическая система, нечеткая модель, системный подход, пакет моделей, экспертная оценка.

Кіріспе

Кәзіргі уақытта электроникада, космостық технологияда, металлургияда және басқа салаларда қолданатын жоғары сапалы мұнай коксына еген сұраныс қарқынды артып келеді. Мұндай сапалы коксты тиімді өндіру үшін заманауи мұнай өңдеу зауыттарында (МӨЗ) өзара материалдық, ақпараттық ағындармен байланысқан түрлі агрегаттардан тұратын баяу кокстеу технологиялық қондырғылары (БКҚ) қолданылады. Бұл жұмыста зерттеу нысаны болып табылатын Атырау МӨЗ қолданыстағы БКҚ 21–10/6 мысалында өзара байланысқан технологиялық агрегаттардан тұратын күрделі жүйелердің математикалық модельдерінің кешенің (пакетін) құру әдістемесі ұсынылады. Өндірістік жағдайда мұндай күрделі нысандардың модельдерін құруда қажетті бастапқы ақпараттың тапшылығына, айқынсыздығына байланысты және олардың жұмысын жүйелік модельдеуде қиындықтар туындайды (Kafarov, 2018; Zhorov, 2015). БКҚ 21–10/6 қондырғысында өңделген ауыр мұнай өнімдерінен (гудрон, мазут) жоғары сапалы мұнай коксымен қатар түрлі жеңіл мұнай өнімдерін (газ, бензин, жеңіл газойл) өндіріледі.

БКҚ 21–10/6 қондырғысының өзара байланысқан негізгі технологиялық агрегаттарына кокстеу реакторлары, негізгі ректификациондық колонна, алғашқы және қайта қыздыру пештері жатады. Қондырғының жұмысын жүйелік модельдеу үшін осы аталған өзара байланысқан оның негізгі агрегаттарының математикалық модельдерін құрып, алынған модельдерді бір модельдер пакетіне (жүйесіне) біріктіру қажет (Kabibullin және т.б., 2023) Технологиялық қондырғылардың түрлі агрегаттарының күрделілігі, жұмыс сипаты әр түрлі болғандықтан, олардың модельдерін құруда қолжетімді түрлі сипаттағы ақпаратты қолдануға тура келеді. Сондықтан қолжетімді, түрлі сипаттағы ақпараттар негізінде өзара байланысқан агрегаттар модельдерін құрып, оларды бір модельдер пакетіне мүмкіндік беретін әдістеме әсерлеу

қазіргі кезде аса өзекте ғылыми-практикалық проблема болып табылады. Бұл зерттеудің негізгі мақсаты осы проблеманы зерттеп, шешу брoлып табылады.

Ғылыми зерттеулер мен әдебиеттерді талдау нәтижелері технологиялық жүйенің өзара байланысқан агрегаттарының модельдері пакетін ақпарат жетіспеушілігі мен айқынсыздығы жағдайында құру мәселелеріі әлі де жете зерттеліп, шешілмеген көрсетеді. Зерттеу тақырыбы бойынша талданған жұмыстарға жсалған шолудың қорытындысын қарастырайық. Көптеген агрегаттардан тұратын күрделі технологиялық нысандардың математикалық модельдерін құру сұрақтары (Mohaddecy, 2006; Sharikov және т.б., 2018), жұмыстарында зерттелген. Осы және басқа жұмыстарда мұнай өндеу мен басқа өндірістердің технологиялық жүйелерінде өтетін типтік процесстерін теориялық зерттеулер мен олардың кинетикасы негізінде детерминді модельдері келтірілілген. Мұндай типтік поцесстердің детерминді модельдері масса және энергия сақталу заңдарына негізделгендіктен әмбебап болып табылғанымен, олар тек жеке агрегаттардағы типтік процесстерді ғана сипаттайды. Сонымен қатар мұндай модельдердің кемшіліктеріне оларда агрегаттардың өзара байланыстары мен әсерлері және бастапқы ақпараттың жетіспеушілігі, айқын еместігі ескерілмейтіні жатады. Сол себептен бұл модельдерді, практикада жиі орын алытын, оларды құруға қажетті ақпараттың тапшылығы мен айқынсыздығы жағдайында құру мүмкін емес және ондай модельдер технологиялық қондырғылар жұмысын жүйелі модельдеуге жарамсыз болады.

Шетел ғалымдары Pinheiro C.C., Zhi-Wen Zhao және Coleman B. (Pinheiro, 2018; Zhi-Wen Zhao, 2018; Coleman, 2018), жетекшіліктерімен орындалған жұмыстарда мұнай өндеу мен басқа өндірістердің технологиялық жүйелері жұмысын модельдеу мен басқару, соның ішінде статистикалық және стохастикалық тәсілдеме негізінде басқару тәсілдері зерттелген. Технологиялық жүйелер модельдері негізінде оларда жүретін процесстерді туындаған жағдайларға байланысты басқару сұрақтары Поспелов Д. жұмысында жұмысында ұсынылған (Поспелов, 2018).

Алайда бұл зерттеулерде технологиялық жүйе агрегаттарының арасындағы өзара байлыныстары ескерілмеген. Сол себептен бұл жұмыстарда ұсынылған риформинг реакторының моделі оның жұмысын модельдеу, оптимизация және басқаруға жарамды болғанымен, тұтастай риформинг технологиялық жүйесінің жұмысын жүйелі модельдеу арқылы тиімді басқаруға жарамсыз. Ал статискалық, стохастикалық модельдер күрделі нысандар жұмысын модельдеуге жарамды болып табылады. Бірақ мұндай модельдерді құру үшін технологиялық жүйе жұмысын толықтай және сенімді сипаттайтын статистикалық деректер керек. Мұндай сенімді сандық деректерді жинау үшін көптеген эксперименттер, өлшеулер жүргізіп, нәтижерін дұрыс өндеу керек. Алайда кейбір маңызды пара метрлері мен көрсеткіштері сандық түрде өлшенуі өте күрделі, не мүмкін еместігін сипатталатын Атырау МӨЗ БКҚ сияқты көптеген айқынсыздықпен сипатталатын технологиялық

жүйелер үшін мұндай эксперименттер, модель құруға қажетті кейбір маңызды параметрлер өлшенбейтіндіктен, мүмкін емес, не тиімсіз болады. Өндірістік практикада мұндай айқын емес параметрлер менн көрсеткіштер сол өндірістердегі басқаратын тәжіриелі мамандар, яғни шешім қабылдаушы тұлға (ШҚТ), пәндік сала бойынша эксперттер көмегімен табиғи тілде бағаланады. Мұндай айқын емес ақпарат негізінде ШҚТ дұрыс, тиімді шешім қабылдауға қабілетті.

(Dzhambekov, 2018) жұмыстарында бастапқы ақпараттың бір бөлігінің айқынсыздығында технологиялық жүйелер агрегаттарының модельдерін құрып, олардың негізінде агрегаттардың жұмыс режимдерін басқару тәсілдемелері қарастырылған. Бұл тәсілдемелер эксперттік бағалау және айқын емес жиындар теориясы тәсілдері негізінде агрегаттардың шығыс параметрлері айқын емес, ал кіріс параметрлері айқын болғанда α деңгейлі жиындар көмегімен агрегаттардың айқын емес модельдерін құруға мүмкіндік береді. Алайда мұндай тәсілдемелерде нысанның барлық кіріс, шығыс параметрлері айқын емес болғанда ол олардың лингвистикалық модельдерін құру мәселелері шешілмейді. Ал көптеген өндірістік жүйелердің кіріс және шығыс параметрлері айқынсыздықпен сипатталатындықтан олардың лингвистикалық модельдерін құру қажет болады. Сондай-ақ бұл зерттеу жұмыстарында да (Dzhambekov, 2018) алдыңғы талданған жұмыстардағыдай жұмыстарындағыдау технологиялық жүйелердің өзара байланысқан агрегаттарының модельдері пакеттерін құру сұрақтары қамтылмаған.

Қорыта айтқанда талданған және көптеген басқа жұмытарда технологиялық нысандардың математикалық модельдерін құрудың дәстүрлі тәсілдері (аналитикалық, эксперименталдық-статистикалық) және нысандардың шығыс параметрлері айқынсыз болғанда, олардың айқын емес модельдерін құру зерттелген. Ал айқынсыздықпен сипатталатын нысандардың кіріс, шығыс параметрлері айқын емес болғанда, олардың лингвистикалық модельдерін құру және технологиялық жүйелердің өзара байланысқан агрегаттарын жүйелі модельдеу үшін олардың құрылған модельдерін бір модельдер пакетіне біріктіру мәселелері әлі де шешілмеген. Бұл мәселелерді толықтай шешу үшін жүйелік талдау, эксперттік бағалау және айқын емес жиындар тәсілдеріне негізінде күрделі айқынсыздықпен сипатталатын жүйелердің жұмыс режимдерін модельдеу мен басқарудың жүйелі тәсілін құрып, қолдану қажет. Бұл жұмыс бастапқы ақпараттың тапшылығы мен айқынсыздығы жағдайларында БҚК мысалында, технологиялық жүйелердің өзара байланысқан агрегаттарының модельдерін қол жетімді түрлі сипаттағы ақпарат негізінде құру әдістемесін әзірлеуге бағытталған.

Зерттеу мақсаты мен міндеттері және тәсілдері

Жұмыстың зерттеу мақсаты айқынсыз ортада технологиялық кешендерді жүйеді модельдеу үшін, олардың өзара байланысқан агрегаттарының модельдері пакетін бастапқы ақпараттың тапшылығы мен айқынсыздығы жағдайларында құру әдісіемесін әзірлеу болып табылады. Тұжырымдалған

мақсатқа қол жеткізу үшін келесі зерттеу міндеттері қойылып, шешілетін болады:

- технологиялық жүйелердің өзара байланысқан жеке агрегаттарының құрылуы тиімді модельдерінің типін қажетті критерийлер бойынша таңдап, оларды құру;

- жүйе агрегаттары жағдайы мен жұмысы жайындағы қол жетімді ақпараттары мен олардың айқынсыздық деңгейіне байланысты, агрегаттардың модельдерін құру әдістемесін даярлау;

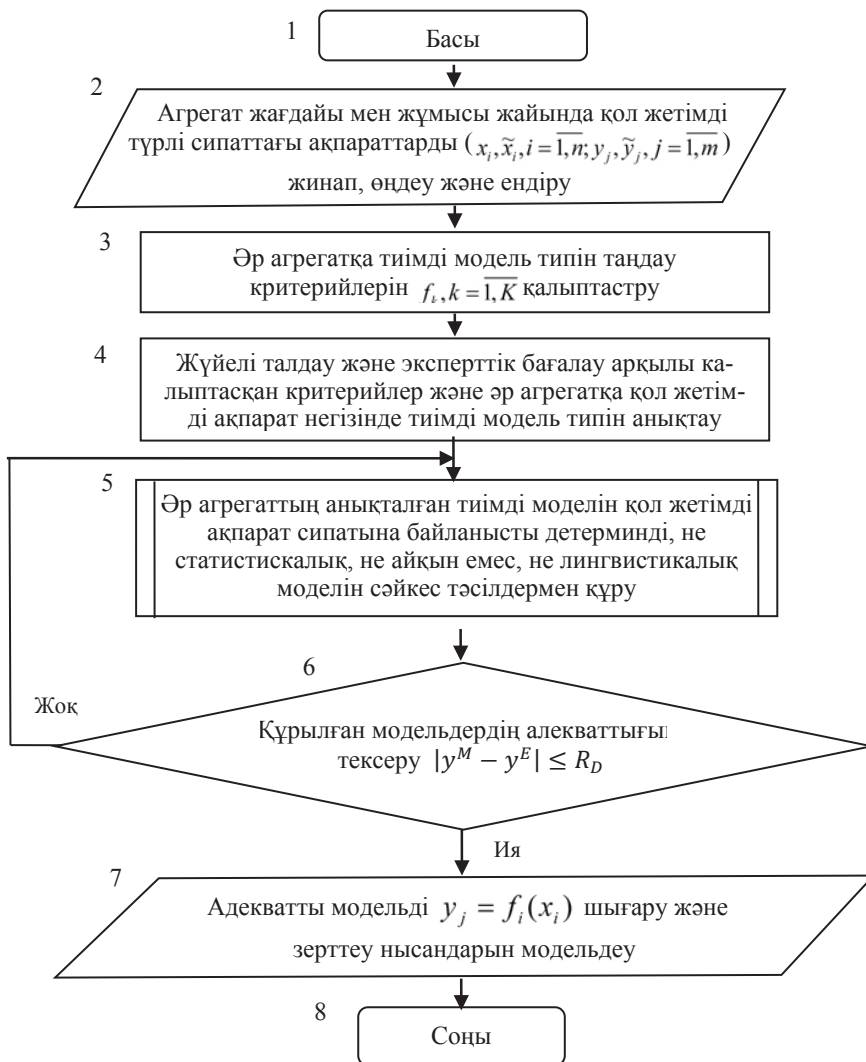
- қол жетімді түрлі сипаттағы ақпарат негізінде құрылатын жеке агрегаттардың модельдерін біріктіру арқылы технологиялық жүйе жұмысын жүйелі модельдеуге қабілетті модельдер пакетін алу.

БҚК мысалында технологиялық жүйелер агрегаттарының модельдерін құруда олардың жұмысын сипаттайтын қол жетімді ақпараттың түріне байланысты модель құрудың түрлі белгілі тәсілдері жүйеленіп, осы жұмыста ұсынылатын жүйелік тәсілдеме қолданылады.

Сонымен бұл зерттеуде технологиялық жүйелер агрегаттары жұмыс жайында теориялық мәліметтер жеткілікті болғанда, аналитикалық тәсілдер негізінде детерминді модельдер, ал сенімді статистикалық деректер жеткілікті болса, онда эксперименталдық-статистикалық тәсілдер (Jorgensen, 2019) негізінде статистикалық модельдер құрылатын болады. Бастапқы ақпараттың айқынсыздығы жағдайында мұндай ақпаратты жинау және өңдеу үшін эксперттік бағалау мен айқын емес жиындар тәсілдері (Orazbayev, 2018; Pavlov, 2016; Reverberi, 2019) қолданылады. Бұл зерттеуле БҚК сияқты технологиялық жүйелер агрегаттарының модельдері пакеті жүйелік талдау тәсілдемесі және гибридтік модель құру тәсілі [25] негізінде құрылады

Зерттеу нәтижелері

Математикалық модельдерді құға қажетті бастапқы ақпараттардың жеткіліксіздігі мен айқын еместегі жағдайында БҚК сияқты күрделі технологиялық жүйелердің өзара байланысқан агрегаттарының модельдері пакетін құруға ұсынылған жүйелік әдістеменің жалпы блогының негізгі кезеңдері 1-суретте келтірілген.



Сурет 1 –Түрлі сипаттағы қол жетімді ақпараттар негізінде технологиялық жүйелердің өзара байланысқан агрегаттарының модельдерін құру әдістемесінің жалпы блок-схемасы (General flowchart of the methodology for constructing models of interconnected aggregates of technological systems based on available information of various nature)

Түрлі сипаттағы қол жетімді ақпараттар негізінде технологиялық жүйелердің өзара байланысқан агрегаттарының модельдерін құру әдістемесінің келтірілген жалпы блок-схемасының негізгі блокторына түсініктеме берейік.

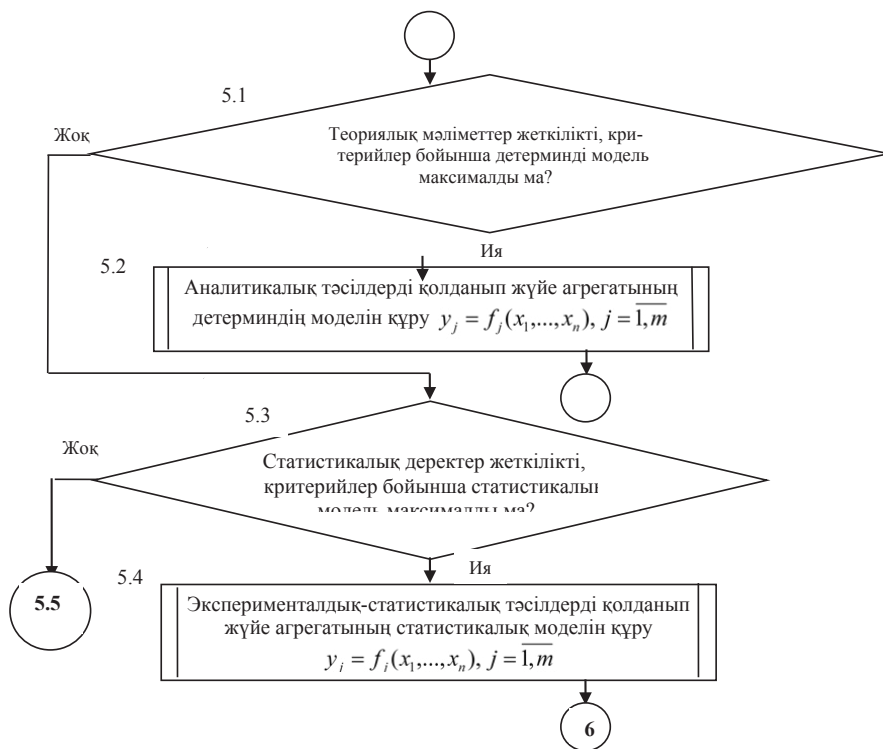
Әдістеменің 2-ші блогында зерттелетін технологиялық жүйе агрегаттарының жағдайы, жұмысы жайлы қол жетімді түрлі сипаттағы ақпараттар (теориялық мәліметтер, эксперименталдық-статистикалық деректер, айқын емес ақпарат) жинақталып, өңделіп, ендіріледі.

3-ші блокта әр агрегатқа тиімді модель типін таңдау үшін қажетті критерийлер $f_k, k = 1, K$, мысалы: модель құруға қажетті ақпараттың қол жетімдігі; агрегаттың жұмысын басқаруда қолданылуы; құру мүмкіндігі; адекваттық деңгейі; бір модельдер пакетіне біріктіру мүмкіндігі т.б. қалыптастарылады.

4-ші блокта жүйелі талдау және эксперттік бағалау арқылы қалыптасқан критерийлер және әр агрегатқа қол жетімді ақпарат негізінде тиімді модель типін анықтау жүзеге асырылады.

Ұсынылған әдістеменің бастапқы ақпараттардың сипаты мен тиімді модельді таңдау критерийлері бойынша нысандардың түрлі модельдері құрылатын негізгі 5-блогы төмендегі 2- және 3- суреттертегі әдістеменің жете келтірілген блок-схемаларында ашылған.

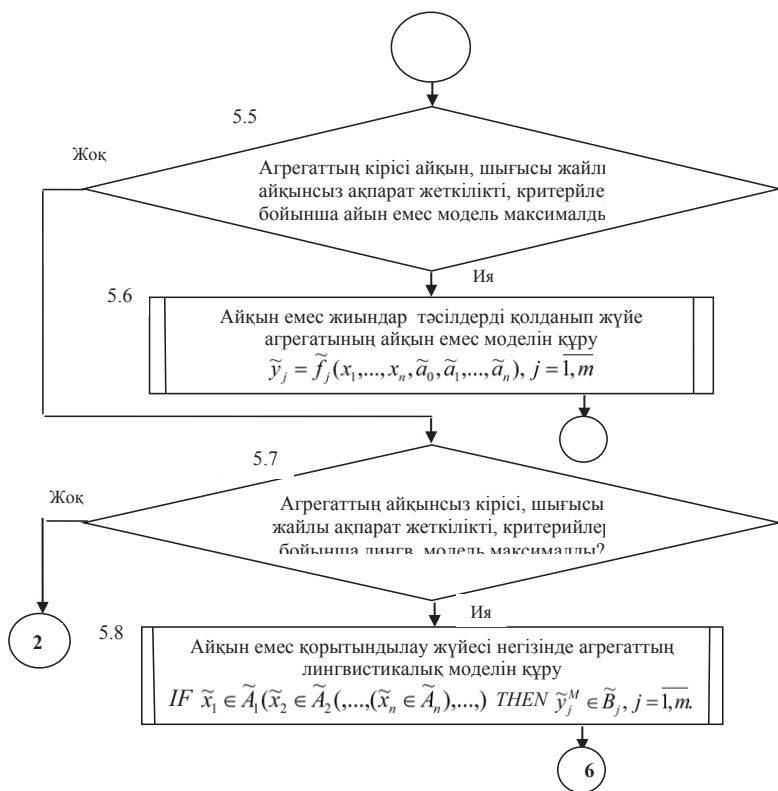
6-шы блокта құрылған модельдердің адекваттығын тексеріледі. Мысалы келесі критерий арқылы: $|y^M - y^E| \leq R_D$, мұнда y^M, y^E сәйкесінше, нысан шығысының модельдер арқылы алынған есептік және эксперименттер арқылы алынған шынайы мәндері; R_D рұқсат етілген ауытқу мәні.



Сурет 2 –Технологиялық жүйе өзара байланысқан агрегаттарының дәстүрлі тәсілдер негізінде детерминді және статистикалық модельдерін құру блок-схемасы (Block diagram of the construction of deterministic and statistical models of interconnected aggregates of technological systems based on traditional approaches)

Келтірілген дәстүрлі тәсілдер негізінде агрегаттың детерминді және статистикалық модельдерін құру блок-схемасында 5.1 блогында жеке агрегаттың моделін құруға теориялық мәліметтердің жеткіліктігі және критерийлер бағасы бойынша детерминді модель максималды мәнге иелігі тексеріледі. Егер бұл шарт орындалса, онда 5.2 блокта белгілі аналитикалық тәсілдер көмегімен агрегаттың детерминді моделі құрылады да құрылған модельдің адекваттығын тексеру үшін жалпы бло-схеманың 6-блогына өтеді.

Егер жоғарыдағы шарт орындалмаса, онда 5.3-блокқа өтеді. Бұл блокта агрегаттың моделін құруға эксперименталдық-статистикалық деректердің желкілікті және таңдау критерийлері бойынша статистикалық модель мәнінің максималдығы тексеріледі. Бұл шарт орындалған жағдайда 5.4-блокта эксперименталдық-статистикалық тәсілдер негізінде агрегаттың статистикалық моделі құрылады, құрылған модельдің адекваттығын тексеру үшін жалпы бло-схеманың 6-шы блогына өтеді. Ал шарт орындалмаса, онда айқын емес не лингвистикалық модель мүмкіндігін тексеріп, мұндай модельдерді құру үшін келесі блок-схеманың 5.5-блогына өтеді (сурет 3).



Сурет 3 –Технологиялық жүйе өзара байланысқан агрегаттарының ұсынылған айқын емес және лингвистикалық модельдерін құру блок-схемасы
(Block diagram of the construction of the proposed fuzzy and linguistic models of interconnected aggregates of the technological system)

Сурет 3-те келтірілген агрегаттардың қол жетісміді ақпараттар негізінде оның айқын емес не лингвистикалық модельдерін құру үшін осы жұмыста жүйеленіп, ұсынылған тәсілдемелер қолданлады.

Егер технологиялық жүйе агрегатының кірісі $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$ айқын, ал күйі мен жұмысын сипаттайтын шығысы $\tilde{\mathbf{y}} = (\tilde{y}_1, \dots, \tilde{y}_m)$ айқын емес және модельдерді таңдау критерийлері бойынша нысанның айқын емес моделін құру максималды мәнге болса (блок 5.5), онда оның айқын емес моделі келесідей құрылады.

5.6-блокта агрегаттың айқын емес моделін құру үшін эксперттік бағалау және айқын емес жиындар тәсілдері қолданылады. Бұл блокта агрегаттың айқын емес модельдердің құрылымын көпкрегессиялық теңдеулер түрінде регрессорларды тізбектей қосу әдісі көмегімен анықтауға болады:

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

Айқын емес модельдің құрылымы (1) оның айқын емес параметрлерін $\tilde{a}_0, \tilde{a}_1, \dots, \tilde{a}_n$ идентификациялау кірістірілген цикл ретінде, сыртқы циклде модельдің құрылымы, ал ішкі циклінде параметрлері анықтау орындалады. Айқын емес параметрлерді идентификациялау есебін α деңгейлі жиын негізінде модификацияланған ең кіші квадраттар тәсілі көмегімен шешуге болады.

Егер 5.7-блок шарты орындалса, яғни агрегаттың кірісі және шығыс параметрлері жайлы айқын емес ақпарат жеткілікті және критерийлер бойынша лингвистикалық модель максималды мәнге ие болса, онда 5.4-блокта нысанның лингвистикалық моделі құрылады.

Лингвистикалық модельді құру үшін нысанның айқын емес шығысына $\tilde{y}_j \in \tilde{B}_j, j = \overline{1, m}$ әсер ететін кіріс параметрлері лингвистикалық айнымалылар арқылы сипатталады, $\tilde{A}_i \in X, \tilde{B}_j \in Y$ – айқын емес ішкі жиындар, X, Y – әмбебап жиындар. Одан кейін эксперттік бағалау негізінде айқын емес параметрлерді сипаттайтын терм-жиындар $T(X, Y)$ анықталып, олардың термдерінің тиістілік функциялары $\mu_{A_i}(\tilde{x}_i), i = \overline{1, n}, \mu_{B_j}(\tilde{y}_j), j = \overline{1, m}$ тұрғызылады. Тиістілік функцияларды жылдам тұрғызу үшін MATLAB жүйесінің Fuzzy Logic Toolbox инструментарийін пайдалануға болады, немесе ол функциялардың құрылымдарфы мен параметрлерін идентификациялау керек.

Ары қарай нысанның кірісі \tilde{x}_i мен шығысын \tilde{y}_j сипаттайтын лингвистикалық айнымалылар арасындағы байланыстарын анықтайтын айқын емес бейнелеулер \tilde{R}_{ij} құру қажет. \tilde{R}_{ij} есептеулерде ыңғайлығы болу үшін оларды келесі тиістілік функциялары көмегімен байланысатар матрицасы ретінде келтірген дұрыс:

$$\tilde{\mu}_{\tilde{R}_{ij}}(\tilde{x}_i, \tilde{y}_j) = \min[\mu_{\tilde{A}_i}(\tilde{x}_i), \mu_{\tilde{B}_j}(\tilde{y}_j)], i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}. \quad (2)$$

Логикалық қорытындылау ережелері негізінде лингвистикалық модельді жалпы түрде келесідей құруға болады (блок 5.8):

$$IF \tilde{x}_1 \in \tilde{A}_1 (\tilde{x}_2 \in \tilde{A}_2 (\dots, (\tilde{x}_n \in \tilde{A}_n), \dots)) THEN \tilde{y}_j^M \in \tilde{B}_j, j = \overline{1, m}. \quad (3)$$

Технологиялық жүйе агрегатының айқын емес шығыс параметрлерінің мәндері айқын емес теориясындағы $\tilde{B}_j = \tilde{A}_i \circ R_{ij}$ композициялық қорытындылау ережелері көмегімен анықтауға болады. Бұл ережелерді қолдану ыңғайлығы үшін агрегаттың айқын емес шығыс параметрлерінің мәндері максимінді көбейту негізінде келесідей тиістілік функциялармен жазылады:

$$\mu_{\tilde{B}_j}(\tilde{y}_j^*) = \max_{x_i \in X_i} \{ \min[\mu_{\tilde{A}_i}(x_i^*), \mu_{R_{ij}}((x_i^*, \tilde{y}_j^*))] \}. \quad (4)$$

Келтірілген (4) -рнектен агрегаттың шығыс параметрлерінің сандық шамалары $y_j^c, j = \overline{1, m}$ ол параметрлердің тиістілік функцияларының максималды мәндерінің аргументімен анықталады яғни:

$$y_j^c = \arg \max_{\tilde{y}_j^*} \mu_{\tilde{B}_j}(\tilde{y}_j^*). \quad (5)$$

Технологиялық жүйе агрегаттарының күйі мен жұмысын сипаттайтын теориялық мәліметтер, статистикалық деректер және айқын емес ақпарат қол жетімсіз боған жағдайда, ол агрегаттың моделін қарастырылған түрлі тәсілдерді бірге қолдана отырып нысанның гибриді моделін құруға болады [25].

Нәтижелерді талқылау

Ұсынылған түрлі сипаттағы қол жетімді ақпараттар негізінде технологиялық жүйелердің өзара байланысқан агрегаттары модельдерін құру әдістемесі баяу кокстеу қондырғысының кокстеу реакторлары, негізгі ректификациондық колоннасы және қыздыру пештерінің модельдері пакетін құруға бағытталған. Әдістеме жүйелік тәсілдеме көмегімен әр түрлі формалды және формалсыз тәсілдерді жүйелі қолдануға негізделген. Келтірілген 2-, 3-суреттердегі блок-схемада және олардың сипаттамаларында нысанның кіріс, шығыс параметрлерінің айқынсыздығына байланысты оның айқын емес немесе лингвистикалық модельдерін құру процедуралары ұсынылып, сипатталған. Өзірленіп, сипатталған әдістемеді түрлі белгілі және зерттеу барысында алынған (айқын емес, лингвистикалық модельдерді құру) тәсілдері біртұтас жүйе ретінде қолданылады. Сондықтан ұсынылған жүйелік әдістеме негізінде құрылған модельдер жүйесі эмерджендік қасиетке және синергизм эффектісіне ие. Ал бұл жүйелік қасиет пен эффектілер әзірленген жүйелік әдістеменің басқа тәсілдемелердің артықшылығын көрсетеді.

Технологиялық жүйе, мысалы БКҚ агрегаттарының өзара байланысқан агрегаттарының модельдер пакетін құрып, оны жүйелік модельдеуге қабілетті

әзірленген жүйелік әдістеме нысанның айқын емес шығыс параметрлері максимінді көбейту нешінде ол параметрлердің тиістілік функциялары арқылы (4) өрнекпен анықталады. Ал нысанның шығыс параметрлерінің сандық мәндері $y_j^c, j = 1, m$ олардың анықталған айқын емес шығыс параметрлерінің тиістілік функцияларының максималды аргументі ретінде анықталады. сандық мәндері $y_j^c, j = 1, m$, бұл (3) формула бойынша анықталған тиістілік функциясының максималды мәндерін қамтамасыз ететін аргументі ретінде (5) формуламен анықталады. Технологиялық жүйелердің өзара байланысқан агрегаттарының тиімді модельдерін құрып, біріккен модельдер пакетіне әзірлеуге ұсынылған бұл тәсіл бастапқы ақпараттың жетіспеушілігі, айқынсыздығы жағдайларында қол жетімді түрлі сипаттағы ақпараттар негізінде нысандардың түрлі модельдерін құратын жүйелі әдістеме болып табылады. Әдістеме модель құруға қажетті қол жетімді ақпараттардың сипаты мен модельдерді таңдау критерийлері мәндеріне байланысты нысандардың детерминдік, стохастикалық, айқын емес немесе лингвистикалық модельдерін құруға мүмкіндік береді. Содан кейін құрылған модельдерді технологиялық жүйеде өтетін процесс және агрегаттар арасындағы ағындарды ескере отырып, бір модельдер пакетіне біріктіру қажет.

БКҚ сияқты бастапқы ақпараттың тапшылығы және айқынсыздығымен сипатталатын технологиялық жүйелердің агрегаттарының модельдерін құрудың белгілі тәсілдерінен әзірленген жүйелік әдістемесінің айырмашылығы, ол қол жетімді түрлі сипаттағы ақпараттар негізінде жүйелердің өзара байланысқан модельдер пакетін құруға мүмкіндік береді. Сондай-ақ ұсынылған жүйелік әдістеме жүйе агрегаттарының дәстүрлі детерминді, статистикалық модельдерімен қатар айқын емес, лингвистикалық модельдерін де құрып, алынған модельдерді бір модельдер пакетіне біріктіруге мүмкіндік береді.

Қорытынды

Жұмыста БКҚ сияқты бастапқы ақпараттың жетіспеушілігі және айқынсыздығымен сипатталатын технологиялық жүйелердің өзара байланысқан агрегаттарының бір пакетке біріктірілген модельдерін құруға арналған жүйелік әдістеме әзірленіп, сипатталған. Әзірленген әдістеме жүйелік тәсілдемеге, түрлі модельдер құрудың дәстүрлі тәсілдері мен айқынсыздықта модель құрудың ұсынылған тәсілдерін жүйелеп, кешенді қолдануға негізделген.

Зерттеу нәтижелері бойынша келесідей негізгі қорытындылар жасауға болады:

1) БКҚ сияқты технологиялық жүйелердің өзара байланысқан агрегаттарының бастапқы қол жетімді ақпарат сипатына байланысты құруға болатын модельдерінің түрін жүйелік талдау мен эксперттік бағалау тәсілдері арқылы олардың тиімді модельдерін таңдау және таңдалған модельді құру процедурасы ұсынылып, сипатталған;

2) Зерттеу нысанының күй мен жұмысы жайында, оның кіріс, шығыс параметрлерінің айқынсыздығына байланысты, нысандардың айқын емес немесе лингвистикалық модельдерін құру тәсілі ұсынылған (сурет 3). Бұл тәсіл ақпараттың тапшылығы мен айқынсыздығында агрегаттардың түрлі модельдерін құру үшін әзірленген жүйелік әдістеме құрамына енеді;

3) Түрлі қол жетімді ақпарат негізінде өзара байланысқан агрегаттардың модельдерін бір модельдер пакетіне, технологиялық жүйеде жүретін процесстің өтуін ескере отырып біріктіру, принципі сипатталған. Ұсынылған принцип нысандағы технологиялық процесстің жүруі бағғытына ескеріле отырып, агрегат модельдерінің біреуінің шығысы басқа модельдердің кіріс ретінде пайдаланылады.

REFERENCES

Aliyev R.A., Tserkovny A.E., Mammadova G.A. (2018). Production management with fuzzy initial information." -M.: Energoatomizdat. 2nd ed. 2018. -253 p.

Tuleuov Zh.N., Suleimenov D. (2018). Technological regulations for the installation of delayed coking of the UZK 21-10/6 Atyrau refinery: - Atyrau: publishing house, 2018. 217 p.

Valyavin G.G., Zaporin V.P., Kalimullin T.I. (2020). The process of delayed coking and the production of petroleum cokes, specialized in application. -Tomsk: Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2020. 135 p.

Kafarov V.V., Dorokhov I.N. (2018). System analysis of chemical and technological processes. Fundamentals of Strategy. -M.: Nauka, 3rd ed. 2018, 517 p.

Zhorov M. (2015). Calculations and modeling of thermocatalytic processes in oil refining". -Moscow: Energoatomizdat, 2nd ed. 2015, 307 p.

Kabibullin M.D., Orazbayev B.B., Orazbayeva K.N., Iskakova S.Sh., Amanbayeva Zh.Sh. (2023). Kurdeli himiyalyk-technologiyalyk zhuyeler aggregattaryn modelderin bastapky akparattyn zhetispeushiligi men aykynsyzdygy zhagdayynda kuru // Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan Kazakh National- Al-Farabi National University. Series physics and information technology. 2 (346) April – June 2023. -Pp.154–171. ISSN 1991-346X

Mohaddecy S.R., Zahedi S., Sadighi S., Bonyad H. (2006). Reactor modeling and simulation of catalytic reforming process. // Petroleum & Coal. 2006. V. 48. № 3. -Pp. 28–35.

Sharikov Yu.V., Petrov P.A. (2018). Universal model for catalytic reforming, Chemical and Petroleum Engineering, 2018. V. 25, №4. -Pp. 33–47.

Pinheiro C.C., Fernandes J.L., Domingues L. (2018). Catalytic Cracking (FCC) Process Modeling, Simulation, and Control // Industrial Engineering Chemistry Research., 2018. V 51, № 1. -Pp. 1–29.

Zhi-Wen Zhao, De-Hui Wang. Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model // Mathematical and Computer Modelling, 2018, V.56. № 3. -Pp.152–166.

Coleman B., Babu J. (2018). Techniques of Model Based Control. UpperSaddle River: Prentice Hall PTT, 2018, p. 576.

Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика. -М.: Наука, 3-е изд. 2018, стр. 305.

Keller T., Gorak A. (2019). Modelling of homogeneously catalysed reactive distillation processes in packed columns: Experimental model validation. Comput. Chem. Eng. 2019. V. 48, -P. 74–93.

Dzhambekov A.M., Fyodorova O.V. (2018). Optimal control of the process of catalytic reforming of petrol fractions", Bulletin of the Astrakhan State Tech. University Ser. control, computing tech. inform., 2018. V. 329. №. 2. -Pp.34–42.

Карманов Ф.И., Острейковский В.А. (2019). Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad, -М.: Радио и связь. 2019. -187 с. ISBN: 978-5-905554-96-4.

Шакирзянова Г.И., Сладовская О.Ю., Сладовский А.Г. (2019). Замедленное коксование как эффективная технология углубления переработки нефти. -М.: Химия, 2-ен изд. 2019. 347 с.

Douglas A.M. and Danny A.M. (2021). Statistical Methods in Experimental Pathology: A Review and Primer. The American Journal of Pathology. 2021. Vol. 191. No 5. 784–794 <https://doi.org/10.1016/j.ajpath.2021.02.009>

Jorgensen M. (2019). A Review of Studies on Expert Estimation of Software Development Effort. Journal of Systems and Software. 2019. V.70. -Pp.37–60.

Гуцыкова С.В. (2017). Метод экспертных оценок. Теория и практика, -М., ИП РАН. 2017. -278 p. ISBN: 978-5-9270-0209-2.

Zimmermann H.-J. Fuzzy Set Theory – and Its Applications. Springer Science+Business Media, LLC. Fifth Edition 2018. p.525. ISBN: 978-94-010-3870-6.

Ryzhov A.P. (2017). Theory of fuzzy sets and its applications. -Moscow: MSU, 2017. -278. ISBN: 978-3-540-70777-6Dubois D. The role of fuzzy sets indecision sciences: old techniques and new directions. *Fuzzy Sets and Systems*. 2011. V. 184. 3–17.

Reverberi A.P., Kuznetsov N.T., Meshalkin V.P., Salerno M., Fabiano B. Systematical Analysis of Chemical Methods in Metal Nanoparticles Synthesis//Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2019. V. 50. №1. -Pp. 63–75.

Pavlov S.Yu., Kulov N.N., Kerimov R.M. Improvement of Chemical Engineering Processes Using Systems Analysis//Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2016. V. 53. № 2. -Pp.117–133.

Orazbayev B.B., Ospanov E.A., Orazbayeva K.N., Kurmangazieva L.T. (2018). A Hybrid Method for the Development of Mathematical Models of a Chemical Engineering System in Ambiguous Condition // Mathematical Models and Computer Simulations, ISSN 2070-0482, 2018, V. 10, № 6, -Pp.748–758.

МАЗМҰНЫ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Г. Әбдіқалық, Ә. Мұқанова, А. Назырова CRF ЖӘНЕ RANDOM FOREST МОДЕЛДЕРІНІҢ КӨМЕГІМЕН ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕ АТАЛҒАН ОБЪЕКТІЛЕРДІ ТАҢУ: САЛЫСТЫРМАЛЫ ЗЕРТТЕУ..... | 7 |
| Г.Б. Абдикеримова, М.Б. Есенова, Т.Т. Оспанова, У.Ж. Айтимова, М. Айтимов ҒАРЫШТЫҚ КЕСКІНДЕРДІ ӨНДЕУДЕ АҚПАРАТТЫҚ ТЕКСТУРАЛЫҚ ЛАВС МАСКАЛАР ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ..... | 18 |
| Б.У. Асанова, Б.Б. Оразбаев, Ж.Ж. Молдашева, Г.Ж. Шүйтенов, Э.М. Дюсембина ТҮРЛІ СИПАТТАҒЫ ҚОЛ ЖЕТІМДІ АҚПАРАТТАР НЕГІЗІНДЕ БАЯУ КОКСТЕУ ҚОНДЫРҒЫСЫНЫҢ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСҚАН ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ АГРЕГАТТАРЫ МОДЕЛЬДЕРІН ҚҰРУ ӘДІСТЕМЕСІ..... | 28 |
| Г.Б. Бахадирова, Н. Тасболатұлы, А.С. Муканова, Ш. Тураев МАТЛАВ SIMULINK-ТЕ СЫЗЫҚТЫҚ ЕМЕС ЖҮЙЕ ҮШІН КЕРІ БАЙЛАНЫСТЫ СЫЗЫҚТЫҚ БАСҚАРУДЫ ЖОБАЛАУ..... | 44 |
| Е.С. Голенко, А.А. Исмаилова ПРЕДСКАЗАНИЕ ФУНКЦИЙ БЕЛКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНАЦИИ VILSTM И АЛГОРИТМА САМОВНИМАНИЯ..... | 62 |
| Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева CNN НЕГІЗІНДЕ ҚАЗАҚ ҒЫМ ТІЛІН ТАҢУ..... | 76 |
| К.К. Кадиркулов, А.А. Исмаилова, Ә.Б. Бейсегұл ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІН ТАЛДАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫҢ МОДЕЛІН ТАҢДАУ..... | 88 |
| А. Муканова, А. Муханова, Т. Оспанова, А. Бакиева, В. Махатова ҚҰЗЫРЕТТІК ТӘСІЛДЕР НЕГІЗІНДЕГІ БІЛІМ БЕРУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫН ӨЗІРЛЕУДІҢ МАҢЫЗДЫ АСПЕКТІЛЕРІ..... | 99 |
| Ш.Ж. Мусиралиева, М.А. Болатбек, М. Сағынай, Ж.Ы. Елтай, К.Б. Багитова ЭКСТРЕМИСТІК МӘЛІМЕТТЕР ТҮСІНІГІ ЖӘНЕ ЭКСТРЕМИЗМГЕ ҚАРСЫ КҮРЕС ЖОБАЛАРЫНА ЖҮЙЕЛІК ШОЛУ..... | 112 |
| Д. Оралбекова, О. Мамырбаев, А. Жунусова, Б. Жұмажанов КҮРДЕЛІ МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМЫ БАР ТІЛГЕ АРНАЛҒАН ЗАМАНАУИ ТІЛДІК МОДЕЛЬДЕУ ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ..... | 131 |
| Б.Т. Рзаев, Ж.Т. Бельдеубаева, И.М. Увалиева СТЕКИНГ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АҚПАРАТТЫҚ ЖЕЛІДЕГІ ЗИЯНДЫ ДЕРЕКТЕРДІ АНЫҚТАУ..... | 147 |
| Н.С. Баймулдина, Г.Н. Скабаева, А.Д. Жақсыбаева БИОТЕХНОЛОГИЯ САЛАСЫНДАҒЫ ЖОБАЛАРДЫ БАСҚАРУДЫҢ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУІ..... | 161 |
| А.Ә. Таурбекова, Ө.Ж. Мамырбаев, Б. Т. Қарымсақова, Б. Ж. Жұмажанов МАГМАНЫҢ ШЫҒУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ..... | 176 |
| Г.С. Шаймерденова, Р.А. Саркулакова, М.М. Тұрғанбекова, Б.Ө. Тастанбекова, М.Т. Байжанова, МОБИЛЬДІ ЖӘНЕ ОНЛАЙН-БАНКИНГТЕГІ ЖЕТІСТІКТЕР: ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН ИННОВАЦИЯЛАРДЫ КЕШЕНДІ ТАЛДАУ..... | 193 |
| Я. Кучин, Н. Юничева, Р.И. Мухамедиев, Е. Мухамедиева МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІМЕН ҚАБАТТЫҢ ТОТЫҒУ АЙМАҚТАРЫН ОҚШАУЛАУ МҮМКІНДІГІН БАҒАЛАУ..... | 210 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Г. Абдикалык, А. Муканова, А. Назырова РАСПОЗНАВАНИЕ ИМЕНОВАННЫХ ИМЕНОВАННЫХ ОБЪЕКТОВ В КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЕЙ CRF И RANDOM FOREST: СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ..... | 7 |
| Г.Б. Абдикеримова, М.Б. Есенова, Т.Т. Оспанова, У.Ж. Айтимова, М. Айтимов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ИНФОРМАТИВНОЙ ТЕКСТУРНОЙ МАСОК ЛАВСА ПРИ ОБРАБОТКЕ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ..... | 18 |
| Б.У. Асанова, Б.Б. Оразбаев, Ж.Ж. Молдашева, Г.Ж. Шуйтенов, Э.М. Дюсембина МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ УСТАНОВКИ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ДОСТУПНОЙ ИНФОРМАЦИИ РАЗЛИЧНОГО ХАРАКТЕРА..... | 28 |
| Г.Б. Бахадирова, Н. Тасболатұлы, А.С. Муканова, Ш.Тураев ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО УПРАВЛЕНИЯ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ В MATLAB SIMULINK..... | 44 |
| Е.С. Голенко, А.А. Исмаилова ПРЕДСКАЗАНИЕ ФУНКЦИЙ БЕЛКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИНАЦИИ VILSTM И АЛГОРИТМА САМОВНИМАНИЯ..... | 62 |
| Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева РАСПОЗНАВАНИЕ КАЗАХСКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА НА ОСНОВЕ CNN..... | 76 |
| К.К. Кадиркулов, А.А. Исмаилова, Ә.Б. Бейсегұл ВЫБОР МОДЕЛИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ..... | 88 |
| А. Мукашова, А. Муханова, Т. Оспанова, А. Бакиева, В. Махагова ВАЖНЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ, ОСНОВАННЫХ НА КОМПЕТЕНТНОСТНОМ ПОДХОДЕ..... | 99 |
| Ш.Ж. Мусиралиева, М.А. Болатбек, М. Сағынай, Ж.Ы. Елтай, К.Б. Багитова ПОНЯТИЕ ЭКСТРЕМИСТСКИХ ДАННЫХ И СИСТЕМНЫЙ ОБЗОР ПРОЕКТОВ ПО БОРЬБЕ С ЭКСТРЕМИЗМОМ..... | 112 |
| Д. Оралбекова, О. Мамырбаев, А. Жунусова, Б. Жумажанов ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЯЗЫКОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ЯЗЫКА СО СЛОЖНОЙ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ..... | 131 |
| Б.Т. Рзаев, Ж.Т. Бельдеубаева, И.М. Увалнева ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВРЕДОНОСНЫХ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СТЕКИНГА..... | 147 |
| Н.С. Баймулдина, Г.Н. Скабаева, А.Д. Жақсыбаева ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ..... | 161 |
| А.А. Таурбекова, О.Ж. Мамырбаев, Б.Т. Карымсакова, Б.Ж. Жумажанов ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ИСТЕЧЕНИЯ МАГМЫ..... | 176 |
| Г.С. Шаймерденова, Р.А. Саркулакова, М.М. Турганбекова, Б.О. Тастанбекова, М.Т. Байжанова ДОСТИЖЕНИЯ В МОБИЛЬНОМ И ОНЛАЙН-БАНКИНГЕ: КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ИННОВАЦИЙ..... | 193 |
| Я. Кучин, Н. Юничева, Р.И. Мухамедиев, Е. Мухамедиева ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОН ПЛАСТОВОГО ОКИСЛЕНИЯ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ..... | 210 |

CONTENTS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| G. Abdikalyk, A. Mukanova, A. Nazyrova NAMED ENTITY RECOGNITION FOR KAZAKH LANGUAGE USING CRF AND RANDOM FOREST MODELS: A COMPARATIVE STUDY..... | 7 |
| G.B. Abdikerimova, M.B. Yessenova, T.T. Ospanova, U.Zh Aitimova, M. Murat USE OF INFORMATION TEXTURE LAWS MASK METHODS IN SPACE IMAGE PROCESSING..... | 18 |
| B. Assanova, B. Orazbayev, Zh. Moldasheva, G. Shuitenov, E. Dyussemina METHODOLOGY FOR DEVELOPING MODELS OF INTERRELATED TECHNOLOGICAL UNITS OF A DELAYED COKING UNIT ON THE BASIS OF AVAILABLE INFORMATION OF A DIFFERENT NATURE..... | 28 |
| G.B. Bahadirova, H. Tasbolatuly, A.S. Mukanova, Sh. Turaev DESIGNING LINEAR FEEDBACK CONTROL FOR A NONLINEAR SYSTEM IN MATLAB SIMULINK..... | 44 |
| Y.S. Golenko, A.A. Ismailova PROTEIN FUNCTION PREDICTION USING THE COMBINATION OF BILSTM AND SELF-ATTENTION ALGORITHM..... | 62 |
| L. Zholshiyeva, T. Zhukabayeva, Sh. Turaev, M. Berdieva KAZAKH SIGN LANGUAGE RECOGNITION BASED ON CNN..... | 76 |
| K. Kadirkulov, A. Ismailova, A. Beissegul SELECTION OF A MACHINE LEARNING MODEL FOR INTERPRETING LABORATORY RESULTS..... | 88 |
| A. Mukashova, A. Mukanova, T. Ospanova, A. Bakiyeva, V. Makhatova IMPORTANT ASPECTS OF DEVELOPING EDUCATIONAL PROGRAMS BASED ON THE COMPETENCY-BASED APPROACH..... | 99 |
| Sh. Mussiraliyeva, M. Bolatbek, M. Sagynay, Zh. Yeltay, K. Bagitova THE CONCEPT OF EXTREMIST DATA AND A SYSTEMATIC REVIEW OF ANTI-EXTREMISM PROJECTS..... | 112 |
| D. Oralbekova, O. Mamyrbayev, A. Zhunussova, B. Zhumazhanov STUDY OF MODERN METHODS OF LANGUAGE MODELING FOR A LANGUAGE WITH A COMPLEX MORPHOLOGICAL STRUCTURE..... | 131 |
| B. Rzayev, Zh. Beldeubayeva, I. Uvaliyeva IDENTIFICATION OF MALICIOUS DATA IN THE INFORMATION NETWORK BY USING THE STACKING METHOD..... | 147 |
| N.S. Baimuldina, G.N. Skabayeva, A. Zhaksybayeva PROJECT MANAGEMENT SOFTWARE IN THE FIELD OF BIOTECHNOLOGY..... | 161 |
| A.A. Taurbekova, O.Zh. Mamyrbaev, B.T. Karymsakova, B.Zh. Zhumazhanov INVESTIGATIONS OF MAGMA OUTPUT PROCESS..... | 176 |
| G.S. Shaimerdenova, R.A. Sarkulakova, M.M. Turganbekova, B.O. Tastanbekova, M.T. Baizhanova ADVANCEMENTS IN MOBILE AND ONLINE BANKING: A COMPREHENSIVE ANALYSIS OF TECHNOLOGIES AND INNOVATIONS..... | 193 |
| Y. Kuchin, N. Yunicheva, R.I. Mukhamediev, E. Mukhamedieva ESTIMATION OF THE POSSIBILITY TO SELECT RESERVOIR OXIDATION ZONES BY MACHINE LEARNING METHODS..... | 210 |

**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 28.09.2023.

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

18,0 п.л. Тираж 300. Заказ 3.