ISSN: 2224-5227 (Print)
ISSN: 2518-1483 (Online)

ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE

№4
2025

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

CENTRAL ASIAN ACADEMIC
RESEARCH CENTER

ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE

4 (356)

OCTOBER – DECEMBER 2025

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

CHIEF EDITOR:

MUTANOV Galimkair Mutanovich, doctor of technical sciences, professor, academician of NAS RK, acting General Director of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506682964, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1423665

EDITORIAL BOARD:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, (Deputy Editor-in-Chief), Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Advisor to the General Director of the Institute of Information and Computing Technologies of the CS MES RK, Head of the Laboratory (Almaty, Kazakhstan), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500, https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551

MAMYRBAEV Orken Zhumazhanovich, (Academic Secretary), PhD in Information Systems, Deputy Director for Science of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55967630400, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1774027

BAIGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabaevich, 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), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506823633, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1923423

WOICIK Waldemar, Doctor of Technical Sciences (Phys.-Math.), Professor of the Lublin University of Technology (Lublin, Poland), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7005121594, https://www.webofscience.com/wos/author/record/678586

SMOLARJ Andrej, Associate Professor Faculty of Electronics, Lublin polytechnic university (Lublin, Poland), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56249263000, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1268523

KEILAN Alimkhan, Doctor of Technical Sciences, Professor (Doctor of science (Japan)), chief researcher of Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8701101900, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1436451

KHAIROVA Nina, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Institute of Information and Computational Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=37461441200, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1768515

OTMAN Mohamed, PhD, Professor of Computer Science Department of Communication Technology and Networks, Putra University Malaysia (Selangor, Malaysia), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56036884700, https://www.webofscience.com/wos/author/record/747649

NYSANBAYEVA Saule Yerkebulanovna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher of the Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55453992600, https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802041

BIYASHEV Rustam Gakashevich, doctor of technical sciences, professor, Deputy Director of the Institute for Informatics and Management Problems, Head of the Information Security Laboratory (Kazakhstan), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603642864, https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802016

KAPALOVA Nursulu Aldazharovna, Candidate of Technical Sciences, Head of the Laboratory cybersecurity, Institute of Information and Computing Technologies CS MES RK (Almaty, Kazakhstan), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191242124,

KOVALYOV Alexander Mikhailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of Ukraine, Institute of Applied Mathematics and Mechanics (Donetsk, Ukraine), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321, https://www.webofscience.com/wos/author/record/38481396

MIKHALEVICH Alexander Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Belarus), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004159952, https://www.webofscience.com/wos/author/record/46249977

TIGHINEANU Ion Mihailovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician, President of the Academy of Sciences of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935, https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462

Academic Scientific Journal of Computer Science
ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

Owner: «Central Asian Academic Research Center» LLP (Almaty).

Certificate **№ KZ77VPY00121154** on the re-registration of the periodical printed and online publication of the information agency, issued on **05.06.2025** by the Republican State Institution «Information Committee» of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan

Subject area*: information and communication technologies.*

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

Periodicity: *4 times a year.*

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

© «Central Asian Academic Research Center» LLP, 2025

БАС РЕДАКТОР:

МҰТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506682964, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1423665

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы, (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының кеңесшісі, зертхана меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500, https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551

МАМЫРБАЕВ Өркен Жұмажанұлы (ғалым хатшы), Ақпараттық жүйелер саласындағы техника ғылымдарының (PhD) докторы, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» директорының ғылым жөніндегі орынбасары (Алматы, Қазақстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55967630400, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1774027

БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жаңабайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, Сәтбаев университеті (Алматы, Қазақстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506823633, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1923423

ВОЙЧИК Вальдемар, техника ғылымдарының докторы (физ-мат), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7005121594, https://www.webofscience.com/wos/author/record/678586

СМОЛАРЖ Анджей, Люблин политехникалық университетінің электроника факультетінің доценті (Люблин, Польша), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56249263000, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1268523

КЕЙЛАН Әлімхан, техника ғылымдарының докторы, профессор (ғылым докторы (Жапония)), ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институтының» бас ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8701101900, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1436451

ХАЙРОВА Нина, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институтының» бас ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=37461441200, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1768515

ОТМАН Мохаммед, PhD, Информатика, Коммуникациялық технологиялар және желілер кафедрасының профессоры, Путра университеті Малайзия (Селангор, Малайзия), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56036884700, https://www.webofscience.com/wos/author/record/747649

НЫСАНБАЕВА Сауле Еркебұланқызы, техника ғылымдарының докторы, доцент, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институтының» аға ғылыми қызметкері (Алматы, Қазақстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55453992600, https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802041

БИЯШЕВ Рустам Гакашевич, техника ғылымдарының докторы, профессор, Информатика және басқару мәселелері институты директорының орынбасары, Ақпараттық қауіпсіздік зертханасының меңгерушісі (Қазақстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603642864, https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802016

КАПАЛОВА Нұрсұлу Алдажарқызы, техника ғылымдарының кандидаты, ҚР ҒЖБМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты», Киберқауіпсіздік зертханасының меңгерушісі (Алматы, Қазақстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191242124,

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина Ұлттық Ғылым академиясының академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321, https://www.webofscience.com/wos/author/record/38481396

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь Ұлттық Ғылым академиясының академигі (Минск, Беларусь), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004159952, https://www.webofscience.com/wos/author/record/46249977

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935, https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462

Academic Scientific Journal of Computer Science
ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктеуші: «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС (Алматы).

Ақпарат агенттігінің мерзімді баспасөз басылымын, ақпарат агенттігін және желілік басылымды қайта есепке қою туралы ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі «Ақпарат комитеті» Республикалық мемлекеттік мекемесі **05.06.2025** ж. берген **№ KZ77VPY00121154** Куәлік.

Тақырыптық бағыты: *ақпараттық-коммуникациялық технологиялар*

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

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

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

© «Орталық Азия академиялық ғылыми орталығы» ЖШС, 2025

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Галимкаир Мутанович, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506682964, https://www.webofscience.com/wos/author/record/142 3665

Редакционная коллегия:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, советник генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК, заведующий лабораторией (Алматы, Казахстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56153126500, https://www.webofscience.com/wos/author/record/2428551

МАМЫРБАЕВ Оркен Жумажанович, (ученый секретарь), доктор философии (PhD) по специальности «Информационные системы», заместитель директора по науке РГП «Институт информационных и вычислительных технологий» Комитета науки МНВО РК (Алматы, Казахстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55967630400, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1774027

БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, Университет Сатпаева (Алматы, Казахстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6506823633, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1923423

ВОЙЧИК Вальдемар, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7005121594, https://www.webofscience.com/wos/author/record/678586

СМОЛАРЖ Анджей, доцент факультета электроники Люблинского политехнического университета (Люблин, Польша), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56249263000, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1268523

КЕЙЛАН Алимхан, доктор технических наук, профессор (Doctor of science (Japan)), главный научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=8701101900, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1436451

ХАЙРОВА Нина, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=37461441200, https://www.webofscience.com/wos/author/record/1768515

ОТМАН Мохамед, доктор философии, профессор компьютерных наук, Департамент коммуникационных технологий и сетей, Университет Путра Малайзия (Селангор, Малайзия), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56036884700, https://www.webofscience.com/wos/author/record/747649

НЫСАНБАЕВА Сауле Еркебулановна, доктор технических наук, доцент, старший научный сотрудник РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55453992600, https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802041

БИЯШЕВ Рустам Гакашевич, доктор технических наук, профессор, заместитель директора Института проблем информатики и управления, заведующий лабораторией информационной безопасности (Казахстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=6603642864,https://www.webofscience.com/wos/author/record/3802016

КАПАЛОВА Нурсулу Алдажаровна, кандидат технических наук, заведующий лабораторией кибербезопасности РГП «Института информационных и вычислительных технологий» КН МНВО РК (Алматы, Казахстан), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57191242124,

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7202799321, https://www.webofscience.com/wos/author/record/38481396

МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси (Минск, Беларусь), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7004159952, https://www.webofscience.com/wos/author/record/46249977

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7006315935, https://www.webofscience.com/wos/author/record/524462

Academic Scientific Journal of Computer Science
ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: *ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр» (г. Алматы).*

Свидетельство о постановке на переучет периодического печатного издания, информационного агентства и сетевого издания **№ KZ77VPY00121154.** Дата выдачи **05.06.2025**

Тематическая направленность: *информационно-коммуникационные технологии.*

В настоящее время: *вошел в список журналов, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК по направлению «информационно-коммуникационные технологии».*

Периодичность: *4 раза в год.*

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

© ТОО «Центрально-азиатский академический научный центр», 2025

CONTENTS

B. Assanova, Zh. Moldasheva, A.T. Kishubaeva
Decision support system structure and blocks for selecting efficient delayed coking modes.....11

Zh.T. Abildayeva, R.K. Uskenbayeva, G.S. Beketova, N.B. Konyrbaev, S.B. Seydazimov
Multi-criterion optimization of advertising budget allocation in the agro-industrial complex based on NSGA-III algorithm.....26

A.O. Aliyeva, B.S. Omarov, R.B. Abdrakhmanov, D.R. Sultan, A.B. Toktarova
Neural network model for automatic detection of Kazakh-language hate speech.....40

O. Auyelbekov, E. Bostanov, S. Sapakova, L. Tukenova, A. Kozhagul
Modeling and analysis of a generator with permanent and variable magnets.....55

G. Autova, G. Nurtayeva, E. Zulbukharova, G. Yeleussizova, R. Zhumabekova
Theoretical foundations of interdisciplinary integration of physics and computer science.....73

A.Zh. Akhmetova, M.A. Kantureyeva, A.A. Abisheva, A. Aubakirova, A.A. Shekerbek
Analysis of the social network user's enviroment.....89

A.Sh. Barakova, K.S. Shadinova, A.S. Orynbaeva, G. Sugurzhanova
Design of a model for protecting a website's authentication data and content based on blockchain technology.....102

A.N. Zhidebayeva, G.U. Madaliyeva, B.O. Tastanbekova, S.S. Karzhaubekova, G.S. Shaimerdenova
Deep neural network Conv-LSTM for ECG-based cardiac disorder identification.....122

N.M. Zhunissov, A.B. Aben, A.B. Amanzholova
The fraud detection model in text messages.....138

A. Issakhov, A. Alzhanov, A. Akhmedov, A. Amanzholov, T. Murat
Numerical simulation of thermohydrodynamics during heated water discharge into Lake Balkhash.....152

Z. Kaderkeyeva, B. Razakhova, G. Bekmanova, A. Nazyrova, M. Zhasuzakova
Q-Bilim: an intelligent system for assessing learning outcomes based on competencies.....171

N. Karymsakova, A. Boltaboyeva, D. Turmakhanbet, M. Maulenbekov, T. Abdirova
Unsupervised learning for the identification of critical conditions in renewable energy production.....184

A.Kulakayeva, E.Daineko, B. Medetov, A. Nurlankyzy
Evaluation of the effectiveness of modern neural network architectures for VAD under low snr ratio conditions.....203

B. Orazbayev, A. Zhumadillayeva, K. Orazbayeva, R. Yessirkessinov, Zh. Tuleuov
Development of models of sulfur production processes based on artificial neural networks and simulation.....216

L. Rzayeva, A. Ryzhova, M. Zhaparkhanova, A. Myrzatay, Zh. Kozhakhmet
A new LSTM-based web application for automated password strength evaluation.....234

D. Sagidoldin, A. Zhetpisbayeva, B. Zhumazhanov, B. Zhumazhanov
Increasing the reliability of data transmission from small spacecraft using SDR equipment.....259

A.N. Seraly, A.D. Mekhtiyev, G.Z. Ziyatbekova, K.B. Begalieva, R.A. Mekhtiyev
Development of hardware for monitoring optical parameters.....274

A.A. Taurbekova, M.V. Markosyan
Development and implementation of a computational model of magmatic processes in the bowls of the Earth and on its surface.....288

K. Chezhimbayeva, A. Mukhamejanova, Y. Garmashova
Fuzzy-logic-based expert system for predicting QoS in 5G networks.....306

МАЗМҰНЫ

Б.У. Асанова, Ж.Ж. Молдашева, А. Кишубаева
Баяу кокстеу қондырғысы үшін тиімді жұмыс режимдерін таңдауға шешім қолдау жүйесі құрылымы.....11

Ж.Т. Әбілдаева, Р.К. Ускенбаева, Г.С. Бекетова, Н.Б. Қоңырбаев, С.Б. Сейдазимов
NSGA-III алгоритмі негізінде агроөнеркәсіптік кешендегі жарнамалық бюджетті бөлуді көп критериалды оңтайландыру.....26

А.О. Әлиева, Б.С. Омаров, Р.Б. Абдрахманов, Д.Р. Султан, А.Б. Тоқтарова
Қазақ тіліндегі дискриминацияны автоматты анықтауға арналған нейрондық желілік моделі.....40

О. Әуелбеков, Е. Бостанов, С. Сапақова, Л. Түкенова, А. Қожағұл
Тұрақты және айнымалы магниттері бар генераторды модельдеу және талдау.....55

Г.М. Аутова, Г.К. Нуртаева, Э.М. Зульбухарова, Г.С. Елеусизова, Р.Р. Жұмабекова
Физика мен информатика пәндерінің пәнаралық интеграциясының теориялық негіздері.....73

А.Ж. Ахметова, М.А. Кантуреева, А.А. Абишева, А. Аубакирова, А.А. Шекербек
Әлеуметтік желі қолданушыларының ортасын талдау.....89

А.Ш. Баракова, К.С. Шадинова, А.С. Орынбаева, Г. Сугуржанова
Блокчейн технологиясы негізінде веб сайттың аутентификациялық деректері мен өнімін қорғау моделін құрастыру.....102

А.Н. Жидебаева, Г.У. Мадалиева, Б.О. Тастанбекова, С.С. Қаржаубекова, Г.С. Шаймерденова
Жүрек ауруларын анықтауда Conv-LSTM архитектурасына негізделген терең нейрондық желі.....122

Н.М. Жунисов, А.Б. Абен, Ә.Б. Аманжолова
Мәтіндік хабарламалардағы алаяқтықты анықтау моделі.....138

А.А. Исахов, А. Альжанов, А. Ахмедов, А. Аманжолов, Т. Мурат
Балқаш көліне жылы су ағызу кезіндегі термогидродинамиканы сандық модельдеу.....152

З.К. Кадеркеева, Б.Ш. Разахова, Г.Т. Бекманова, А.Е. Назырова, М.Ж. Жасұзақова
Q-Bilim: құзыреттерге негізделген оқу нәтижелерін бағалауға арналған интеллектуалды жүйе.....171

Н. Карымсакова, А. Болтабоева, Д. Тұрмаханбет, М. Мауленбеков, Т. Абдирова
Жаңартылатын энергия өндірісіндегі критикалық режимдерді анықтауға арналған мұғалімсіз оқыту.....184

А. Кулакаева, Е. Дайнеко, Б. Медетов, А. Нурланкызы
Сигнал/шуыл қатынасы төмен жағдайларда заманауи нейрондық желілік VAD архитектураларының тиімділігін бағалау.....203

Б. Оразбаев, А. Жумадиллаева, К. Оразбаева, Р. Есиркесинов, Ж. Тулеуов
Күкірт өндіру процесстерінің модельдерін жасанды нейрондық желілер негізінде әзірлеу және модельдеу.....216

Л. Рзаева, А. Рыжова, М. Жапарханова, А. Мырзатай, Ж. Кожахмет,
Құпиясөздің беріктігін автоматты бағалауға арналған LSTM негізіндегі жаңа веб-қосымша.....234

Д.Т. Сагидолдин, А.Т. Жетписбаева, Б.Р. Жумажанов, Б.С. Жумажанов
SDR жабдықтарын пайдалану арқылы, шағын ғарыш аппараттарынан деректерді берудің сенімділігін арттыру.....259

А.Н. Сералы, А.Д. Мехтиев, Г.З. Зиятбекова, К.Б. Бегалиева, Р.А. Мехтиев
Оптикалық параметрлерді бақылауға арналған аппараттық құрылғыны әзірлеу.....274

А.А. Таурбекова, М.В. Маркосян
Жер көзіндегі және оның бетіндегі магматтық процестердің есептік моделін әзірлеу және енгізу.....288

К.С. Чежимбаева, А. Мухамеджанова, Ю. Гармашова
Айқын емес логика негізінде 5G желілеріндегі QoS болжау эксперттік жүйесі.....306

СОДЕРЖАНИЕ

Б.У. Асанова, Ж.Ж. Молдашева, А. Кишубаева
Структура и функциональные блоки системы поддержки решений для выбора режимов замедленного коксования.....11

Ж.Т. Абилдаева, Р.К. Ускенбаева, Г.С. Бекетова, Н.Б. Конырбаев, С.Б. Сейдазимов
Многокритериальная оптимизация распределения рекламного бюджета в апк на основе алгоритма NSGA-III.....26

А.О. Алиева, Б.С. Омаров, Р.Б. Абдрахманов, Д.Р. Султан, А.Б. Токтарова
Нейросетевая модель для автоматического обнаружения дискриминации в казахском языке.....40

О. Ауельбеков, Е. Бостанов, С. Сапакова, Л. Тукенова, А. Кожагул
Моделирование и анализ генератора с постоянными и переменными магнитами.....55

Г.М. Аутова, Г.К. Нуртаева, Э.М. Зульбухарова, Г.С. Елеусизова, Р.Р. Жумабекова
Теоретические основы междисциплинарной интеграции физики и информатики.....73

А.Ж. Ахметова, М.А. Кантуреева, А.А. Абишева, А. Аубакирова, А.А. Шекербек
Анализ окружения ползователей социальной сети.....89

А.Ш. Баракова, К.С. Шадинова, А.С. Орынбаева, Г. Сугуржанова
Разработка модели защиты аутентификационных данных и контента веб-сайта на основе технологии блокчейн.....102

А.Н. Жидебаева, Г.У. Мадалиева, Б.О. Тастанбекова, С.С. Каржаубекова, Г.С. Шаймерденова
Глубокая нейронная сеть на основе архитектуры Conv-LSTM для выявления сердечных заболеваний.....122

Н.М. Жунисов, А.Б. Абен, А.Б. Аманжолова
Модель обнаружения мошенничества в текстовых сообщениях.....138

А.А. Исахов, А. Альжанов, А. Ахмедов, А. Аманжолов, Т. Мурат
Численное моделирование термогидродинамики при сбросе подогретых вод в озеро Балхаш.....152

З.К. Кадеркеева, Б.Ш. Разахова, Г.Т. Бекманова, А.Е. Назырова, М.Ж. Жасузакова
Q-Bilim: интеллектуальная система оценки результатов обучения на основе компетенций.....171

Н. Карымсакова, А. Болтабоева, Д. Тұрмаханбет, М. Мауленбеков, Т. Абдирова
Обучение без учителя для выявления критических режимов в производстве возобновляемой энергии.....184

А. Кулакаева, Е. Дайнеко, Б. Медетов, А. Нурланкызы
Оценка эффективности современных нейросетевых архитектур VAD при низком отношении сигнал/шум.....203

Б. Оразбаев, А. Жумадиллаева, К. Оразбаева, Р. Есиркесинов, Ж. Тулеуов
Разработка моделей процессов производства серы на основе искусственных нейронных сетей и моделирование.....216

Л. Рзаева, А. Рыжова, М. Жапарханова, А. Мырзатай, Ж. Кожахмет
Новое веб-приложение на основе LSTM для автоматизированной оценки надежности паролей.....234

Д.Т. Сагидолдин, А.Т. Жетписбаева, Б.Р. Жумажанов, Б.С. Жумажанов
Повышение надёжности передачи данных с малых космических аппаратов с применением SDR оборудования.....259

А.Н. Сералы, А.Д. Мехтиев, Г.З. Зиятбекова, К.Б. Бегалиева, Р.А. Мехтиев
Разработка аппаратного средства для контроля оптических параметров.....274

А.А. Таурбекова, М.В. Маркосян, Н.Т. Карымсакова
Разработка и реализация вычислительной модели магматических процессов в недрах земли и на её поверхности.....288

К.С. Чежимбаева, А. Мухамеджанова, Ю. Гармашова
Экспертная система прогнозирования QoS в 5G-сетях на основе нечеткой логики.....306

ACADEMIC SCIENTIFIC JOURNAL OF COMPUTER SCIENCE
ISSN 1991-346X
Volume 4. Namber 356 (2025). 11–25

https://doi.org/10.32014/2025.2518-1726.380

МРНТИ 27.47.19

© B. Assanova[1*], Zh. Moldasheva[1], A.T. Kishubaeva[2], 2025.
[1]Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan;
[2]Toraighyrov University, Pavlodar, Kazakhstan.
E-mail: baha1981_13@mail.ru

DECISION SUPPORT SYSTEM STRUCTURE AND BLOCKS FOR SELECTING EFFICIENT DELAYED COKING MODES

Assanova Baktygul — PhD, associate professor of Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan,
E-mail: baha1981_13@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1029-6266;
Moldasheva Zhadra — PhD, associate professor of Kh. Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Kazakhstan,
E-mail: zhadira1985@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0559-3410;
Kishubayeva Altynai — doctoral student Toraigyrov University, Pavlodar, Kazakhstan,
E-mail: Altynai_999@mail.ru orcid id https://orcid.org/0009-0004-1125-8696.

Abstract. This work is aimed, using the example of a delayed coking unit, to study the problems of effective control of the operating modes of complex chemical-technological systems, characterized by a shortage and vagueness of initial information, and to effectively solve them using intelligent systems. Recently, due to the complication of production technological systems and the processes occurring in them, the shortage and vagueness of the initial information that reliably describes them, effective management of the operating modes of such objects has become an urgent scientific and practical task. The paper examines the problems of developing and using intelligent decision support systems for effectively solving decision-making problems to control the operating modes of the object of study in a fuzzy environment. As a result of the study, the structure of an intelligent decision support system is proposed, which allows choosing effective operating modes of complex technological objects characterized by vagueness, such as a delayed coking unit, and the functional blocks of such systems and their systemic functioning are described. The proposed structure of an intelligent system compared to similar systems is that its structure includes: a package of object models and heuristic decision-making methods for choosing an effective mode of operation in a fuzzy environment, based on the knowledge, experience and intuition of decision-makers and expert specialists; intelligent user interface.

Keywords: decision-making tasks, intellectualized system, decision maker, delayed coking unit, fuzzy information, functional blocks, user interface

Funding *This work was supported the Science Committee of the Ministry of Science and Higer Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. fund this research AP19679897-Development of an intelligent decision-making system for controlling the petroleum coke production process).*

© Б.У. Асанова [1*], Ж.Ж. Молдашева[1], А. Кишубаева[2], 2025.

[1] Х. Досмухамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан;
[2]Торайғыров университеті, Павлодар, Қазақстан
E-mail: baha1981_13@mail.ru

БАЯУ КОКСТЕУ ҚОНДЫРҒЫСЫ ҮШІН ТИІМДІ ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН ТАҢДАУҒА ШЕШІМ ҚОЛДАУ ЖҮЙЕСІ ҚҰРЫЛЫМЫ

Асанова Бактыгул — PhD, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің қауымдастырылған профессоры, Атырау, Қазақстан,
E-mail: baha1981_13@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1029-6266;
Молдашева Жадра — PhD, Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің қауымдастырылған профессоры, Атырау, Қазақстан,
E-mail: zhadira1985@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0559-3410;
Кишубаева Алтынай — Торайғыров Университетінің докторанты, Павлодар, Қазақстан,
E-mail: Altynai_999@mail.ru, orcid id https://orcid.org/0009-0004-1125-8696.

Аннотация. Бұл зерттеу баяу кокстеу қондырғысы мысалында бастапқы ақпараттың тапшылығы және айқынсыздығымен сипатталатын күрделі химиялық-технологиялық жүйелердің жұмыс режимдерін тиімді басқару мәселелерін зерттеп, оларды интеллектуалдандырылған жүйелер көмегімкен тиімді шешуге арналған. Соңғы уақыттарды өндістік технологиялық жүйелер мен оларда жүретін процесстердің күрделенуіне, оларды дұрыс сипаттайтын ақпараттардың тапшылығы, ал қолжетімді ақпараттың айқынсыздығына байланысты мұндай нысандар жұмыссын тиімді басқаруаса өзекті ғылыми-практикалық мәселе болып табылады. Жұмыста зерттеу нысанының жұмыс режимдерін басқару бойынша шешім қабылдау есептерін ақпарат айқынсыздығы жағдайында тиімді шешу үшін интеллектуалдандырылған шешім қабылдауды қолдау жүйелерін әзірлеп, қолдану сұрақтары зерттелген. Зертеу нәтижесінде баяу кокстеу қондырғысы сияқты айқынсыздықпен сипатталатын күрделі технологиялық нысандардың тиімді жұмыс режимдерін таңдауға мүмкіндік беретін интеллектуалдандарылған шешім қабылдауды қолдау жүйесінің құрылымы жасақталып, ондай жүйелердің құрамындағы функционалдық блоктары мен олардың жүйелі жұмысын сипатталған. Құрылымы ұсынылған интеллектуалдандырылған жүйенің ұқсас жүйелерден артықшылығы: оның құрамына шешім қабылдаушы тұлға, эксперт-мамандар білімдері, тәжірибелері мен интуициясы негізінде құрылған модельдер пакеті мен басқару нысанының тиімді жұмыс режимін

айқын емес ортада таңдау бойынша шешім қабылдау эвристикалық тәсілдері және интеллектуалдандырылған пайдаланушы интерфейсі ендірілген.

Түйін сөздер: шешім қабылдау есебі, интеллектуалдандырылған жүйе, шешім қабылдаушы тұлға, баяу кокстеу қондырғысы, айқын емес ақпарат, функционалды боктар, пайдаланушы интерфейсі

Қаржыландыру. *Зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білімминистрлігініңҒылымкомитетіқаржыландырады(грант№AP19679897 «Мұнай коксын өндіру процесін басқару үшін интеллектуалдандырылған шешім қабылдау жүйесін әзірлеу» гранттық жобасы аясында жасалды.*

© Б. Асанова[1*], Ж. Молдашева[1], А. Кишубаева[2], 2025.

[1]Атырауский Университет имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан;
[2]Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан.
E-mail: baha1981_13@mail.ru

СТРУКТУРА И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЛОКИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВЫБОРА РЕЖИМОВ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ

Асанова Бактыгул — PhD, ассоциированный профессор, Атырауского университета имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан,
E-mail: baha1981_13@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1029-6266;
Молдашева Жадра — PhD, ассоциированный профессор, Атырауского университета имени Х. Досмухамедова, Атырау, Казахстан,
E-mail: zhadira1985@mail.ru, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0559-3410;
Кишубаева Алтынай — докторант Университета имени С. Торайгырова, Павлодар, Казахстан, E-mail: Altynai_999@mail.ru, orcid id https://orcid.org/0009-0004-1125-8696.

Аннотация. Данная работа направлено на примере установки замедленного коксования исследованию проблем эффективного управления режимами работы сложных химико-технологических систем, характеризующихся дефицитом и нечеткостью исходной информации, и эффективному решению их с помощью интеллектуализированных систем. В последнее время в связью усложнением производственных технологических систем и процессов протекающих в них, дефицитом и нечеткостью достоверно их описывающей исходной информации, эффективное управление режимами работы таких объектов стала актуальной научно-практической задачей. В работе исследуются проблемы разработки и использования интеллектуальных систем поддержки принятия решений для эффективного решения задач принятия решений по управлению режимами работы объекта исследования в нечеткой среде. В результате исследования предложена структура интеллектуальной системы поддержки принятия решений, позволяющая выбрать эффективные режимы работы сложных технологических объектов, характеризующихся

нечеткостью, таких как установка замедленного коксования, и описаны функциональные блоки таких систем и системное их функционирование. Предлагаемая структура интеллектуальной системы перед аналогичными системами в том, что в состав ее структуры включены: пакет моделей объекта и эвристические методы принятия решений по выбору эффективного режима работы его в нечеткой среде, основанных на знаниях, опыте и интуиции ЛПР, экспертов-специалистов; интеллектуальный пользовательский интерфейс.

Ключевые слова: задачи принятия решений, интеллектуализироваанная система, лицо принимающее решение, установка замедленного коксования, нечеткая информация, функциональные блоки, интерфейс пользователя

Финансирование. *Исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант AP19679897 "Разработка интеллектуализированной системы принятия решений для управления процессом производства нефтяного кокса")*

Кіріспе. Нашар формализацияланатын күрделі химиялық-технологиялық жүйелер (ХТЖ) қолданылатын мұнай өңдеу және басқа өндірістертердің заманауи даму кезеңінде олардың жұмыс режимдерін басқаруда шешім қабылдау есептерін тиімді шешу ұшін компьютерлік шешім қабылдауды қолдау жүйелерін қолдану аса өзекті ғылыми-практикалық мәселеге жатады. Барлық ХТЖ күрделі басқару объектілері болып табылады, себебі олар бір-біріне әсер ететін параметрлердің үлкен санымен сипатталатын өзара байланысты көптеген элементтерден (технологиялық агрегаттардан) тұрады (Lisicyn et al., 2021). Қазіргі уақытта мұндай күрделі ХТЖ технологиялық параметрлерін оптимизациялаудың, олардың жұмыс режимдерін тиімді басқарудың ең тиімді технологиясына заманауи математикалық тәсілдер мен компьютерлерге негізделген түрлі автоматтандырылған, мысалы шешім қабылдауды қолдау жүйелері (ШҚҚЖ) жатады. Аталған ХТЖ бір біріне әсер ететін көптеген параметрлермен және өз ара байланысқан агрегаттардан тұратындықтан, сондай-ақ оладардың кейбір параметрлері, өндіріс көрсеткішері өлшенбейтіндіктен олардың көпшілігі айқынсыздықпен сипатталады (Czabanski et all., 2017). Мұндай айқынсыздықпен сипатталатын ХТЖ жұмыс режимдерін басқаруда қосымша шешім қабылдауды тұлғалардың (ШҚТ), эксперттердің табиғи тілде тұжырымдалған тәжірибесі, білімі мен интуициясы болып табылатын айқын емес ақпарат қолданылады. Сондықтан айқынсыздықпен сипатталатын ХТЖ жұмыс режимдерін басқаруда шешім қабылдау есептерін тиімді шеші үшін аталған айқын емес ақпаратты тиімлі формализациялап, қолдануға мүмкіндік беретін интеллектуалдандырылған шешім қабылдауды қолдау жүйелерін (ИШҚҚЖ) құру қажеттігі туындайды (Orazbayev et all., 2023).

Бұл жұмыста ИШҚҚЖ деп математикалық қамтуына нашар формализацияланатын ХТЖ-дің мдельдер пакетін, айқысыздықта шешім

қабылдау эвристикалық тәсілдерін қамтитын және білімдер, деректер базасын, логикалық қорытындылау блогын мен интеллектуалды пайдаланушы интерфейсі бар заманауи компьютерлер негізіндегі ақпараттық-есептеу жүйесін атаймыз. Мұндай интеллектуалдандырылған жүйе күрделі, нашар формализацияланатын нысандарды басқаруда адам-оператордың қатысуымен жұмыс жасайды және шешім қабылдау процесінде ШҚТ-ға интеллектуалды қолдау көрсетуге қабілетті болуы керек. Бұл жұмыста баяу кокстеу қондырғысы (БКҚ) жұмыс режимдерін басқаруда шешім қабылдауды қолдауға арналған ИШҚҚЖ-сін құру мәселелері зерттеліп, ол жүйенің құрылымы әзірленіп, негізгі функционалдық блоктары сипатталады.

Соңғы уақытта математикалық тәсілдердің соңғы жетістіктері мен заманауи ақпараттық-коммуникациялық технологияларды пайдалана отырып, шешім қабылдауды қолдау жүйелері негізінде ХТЖ-ді отималды басқару арқылы өндірістердің экономикалық тиімділігін мен экологиялық қауіпсіздігін арттыру мәселелерін зерттеу белсенді түрде жүргізілуде (Zaskanov et all., 2013; Vadinsky et all., 2018). Мысалы (Zaskanov et all., 2013; Prokopenko et all., 2017) жұмыстарының авторлары шешім қабылдауды қолдау жүйелерінің негіздері мен оларды құру мәселелері мен тәсілдемелерін зерттеген. Келесі (Gil'boa et all., 2017) монографиясында шешім қабылдау теориясы, тәсілдері жааәне оларды практикада шешім қабыылдау процесстерінде қолдану сұрақтары мазмұндалған. Ал (Gelovani et all., 2008; Vadinsky et all., 2018) зерттеу жұмыстарында табиғи ортан күйі жайындағы ақпаратты қолдануға негізделген интеллектуалды шешім қабылдау жүйесі қарастырып, интеллектуалды жүйелердің интеллектісі деңгеййін бағалау тәсілдеріне шолу жасалған.

Алайда практикада көптеген өндірістік нысандар, солардың ішінде мұнай өңдеу ХТЖ-ін эксплуатациялау барысында қолжетімді бастапқы ақпараттыі айқынсыздығымен сипатталатын түрлі өндірістік жағдайлар туындайды. Сәйкесінде мұндай жағдайларда нысандарды дәстүрлі тәсілдерге негізделген шешім қабылдау және басқару есептеріен формализациялау және шешу қажетті нәтиже бермейді немесе мүлдем мүмкін емес. Сонымен қатар, мұндай сандық сипатталуы қиын ХТЖ жұмыс режимдерін басқару бойынша шешім қабылдау есептерін математикалық тұжырымдау және шешу олардың күрделілігіне, көпкритерийлігіне байланысты қиындай түседі. Ал ол нысандарды басқаруда ескерілітін экономикалық және экологиялық тиімді шешімдер аймағында қайшы келетіні шешім қабылдау есебін тіпті күрделендіреді. ИШҚҚЖ әзірлеуде занауи тәсілдер, мысалы, имитациялық модельдеу; білім қорларында білімді іздеу; айқын емес жиындар, эволюциялық есептеулер тәсілдері; ситуациялық талдау; жасанды нейрондық желілер және т.б. жасанды интеллект технологиялары тәсілдері қолданылады (Osipov et all., 2015; Hamilton et al., 2018).

Сонымен зерттеу тақырыбы бойынша жарияланған еңбектерді талдау

нәтижесінде айқынсыздықпен сипатталатын күрделі ХТЖ-дің тиімді жұмыс режимдерін таңдау үшін шешім қабылдауды қолдау жүйесін жасанды интеллект тәсілдері негізінде әзірлеу бүгінгі таңда аса өзекті ғылыми-практикалық мәселе болып табылады. Бұл жұмыста зерттеу нысаны болып өндірілетін өнімдерінің кей сапа көрсеткіштері (кокс ұшаңдығы, күлділігі т.б.) айқынсыздықпен сипатталатын Атырау мұнай өңдеу зауындағы қолданыстағы БКҚ кокстеу реакторлары алынған. Зерттеу пәні ретінде жасанды интеллект тәсілдері қарастырылған. Зерттеу барысында эксперттік және айқын емес жиындар теориясы тәсілдері, шешім қабылдау есептерін шешуде эвристикалық тәсілдер және жүйелік талдау методологиясы қолданылады. Жұмыстың зерттеу мақсаты: БКҚ тиімді жұмыс режимдерін таңдауға мүмкіндік беретін интеллектуалдандырылған ШҚҚЖ құрылымын құру және ондай жүйелердің функционалдық блоктары мен олардың жүйелі жұмысын сипаттау. Алынған зерттеу нәтижелері шешім қабылдау теориясы мен тәсілдері үшін теориялық және практикалық маңызы зор. Себебі алынған нәтижелер шешілетін өндірістік есептердің ауқымын кеңейтеді, өндірістік жағдайлар мен міндеттерді неғұрлым адекватты сипаттауға және айқын емес ортада ИШҚҚЖ негізінде тиімді шешуге мүмкіндік береді.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу барысында қажетті материалдар ретінде зерттеу нысанының, яғни кокстеу реакторларының жұмыс регламенті мен олардың өнімдерінің көлемі мен сапасын сипаттайтын авторлар (Assanova et all., 2023) жұмысында ұсынған модельдер кешені қолданылады. Сонымен қатар материалдар ретінде шешім қабылдау есептерін шешу эвристикалық тәсілдері мен интеллектуалдандандырылған жүйелерді құру процедуралары да пайдаланылады.

Зерттеу материалдары, атап айтқанда кокстеу реакторлары өнімдері (мұнай коксы, мұнай өнімдері булары) жайында мәліметтер сандық (өлшеу құралдары арқылы өлшенген) форматта қолданылады. Ал негізгі өнім кокстың сапасын, яғни ұшаңдығы мен күлділігін бағалайтын ақпарат сапалық (эксперт-мамандардың табиғи тілінде сипаталған, яңни айқын емес) тұрғыда болады.

Тұжырымдалған мақсатқа жету, яғни БКҚ тиімді жұмыс режимдерін таңдау интеллектуалдандырылған ШҚҚЖ құрылымын құрып, функционалдық блоктары жүйелі жұмысын сипаттау, үшін зерттеу бағытындағы жұмыстарды талдау, жалпылау, жетілдіру және зерттеу нысанының ерекшеліктерін ескере отырып ИШҚҚЖ құрылымы ұсынылады. Содан кейін ұсынылған ИШҚҚЖ жүйесінің функционалдық блоктарын өз ара байланыстары мен жүйелі жұмысы сипатталады.

Кокстеу ракторларында өндірілетін мұнай коксы мен мұнай өнімдері буларв көлемдерін анықтау, олардың реакторлардың кіріс, режимдік параметрлеріне байцланысын идентификациялау эксперименталдық-статистикалық тәсілдер (Douglas et all., 2021; Zhao et all., 2018) негзінде жүзеге асырылады. Ал зерттеу

нысанының негізгі өнімі мұнай коксының, айқынсыздықпен сиатталатын сапа көрсеткіштері жайында ақпаратты жинау, формализациялау және өңдеу үшін эксперттік бағалау және айқын емес теориясы тәсілдері (Jorgensen et all., 2019; Orazbayev et all., 2018) қолданылады. Сонымен қатар бұл зерттеуде ИШҚҚЖ блокторы жұмыстарын жүйелендіру және түрлі сипаттағы ақпараттарды модельдеу мен шешңм қабылдацуда пайдалануға мүмкіндік беретін жүйелік талдау тәсілдемесі (Huang et all., 2019; Ivo et all., 2021) қолданылады.

Нәтижелер мен талқылау. Практикада БКҚ сияқты күрделі, айқынсыздықпен сипаттаолатын ХТЖ жұмыс режимдекрін тиімді басқару үшін ШҚТ үнемі нақты туындаған өндірістік жағдай талаптарына сәйкес адекватты шешімдердер қабылдауы тиіс. Түрлі факторларға байланымты болатын жіне ақпарат тапшылығы және йқынсыздығымен сипатталатын мұндай шешімдерді ғылыми негізделген тәсілдер мен арнаулы компьютерлік жүйелер көмегінсіз мұндай шешімдарды қабылдау мүкін емес. Бастапқы ақпараттың жетіспеушілігі және айқынсыздығын ескере отырып, ХТЖ басқару бойынша тиімді шешімдер қабылдауға арналған заманауи математикалық, эвристикалық тәсілдер негізінде құрылатын ИШҚҚЖ ШҚТ-ға шешімдерді дайындау және қабылдау процесінде көмектесетін қуатты құрал болып табылады. Сондықтан бұл жұмыстың негізгі нәтижелері БКҚ жұмыс режимдерін айқынсыздықта басқару үшін құрвлатын ИШҚҚЖ құрылымын әзірле және және оның негізгі функционалдық блоктары мен олардың жүйелі жұмысын сипаттауға бағытталған.

Ұсынылған құрылымдағы ИШҚҚЖ шешім қабылдаушылардың талдау, шығармашылық ойлау және олардың өз біліміне, тәжірибесіне және интуициясына негізделген ұтымды шешім қабылдау қабілеттері мен қазіргі заманғы компьютерлердің үлкен көлемдегі ақпаратты жылдам өңдеуге және күрделі есептеулерді тез мүмкіндіктерін біріктіреді. Сондай құрылатын ИШҚҚЖ-де кибернетиканың негізін қалаушы Н.Винердің «Адамға адамға лайық функцияларды, ал машинаға машинаға тән функцияларды беру» және «ашық жүйе» принципрері сақталатын болады. Яғни адам, біздің жағдайды ШҚТ және компьютердің функцияларын ұтымды ажырату және жүйені дамытуға, жаңа жағдайларға бейімдеуге жүзеге асыру маңызы орын алады. Сондықтан шешңм қабылдаву процесінде ШҚТ мен компьютер (жүйе) арасында тиімді диалогты ұйымдастыру үшін қажет ыңғайлы «интеллектуалды» интерфейс қарастырылады.

– ШҚТ-лардың компьютерлерден артықшылығы -қолайлы программалау ортасы негізінде шешім қабылдау есептерін шешу үшін құрастырылған модельдер мен әзірленген алгоритмдерді программалық жүзеге асыру (6-кезеңде (6-ші кезеңде);

– альтернативті таңдау кезінде қабылданған пікірлер негізінде таңдалған шешімді түсіндіру блогы әзірлеу (7-ші кезеңде);

– жағдайлар мен шарттар өзгерген кезде құрастырылған модельдердің

параметрлерін идентификациялау және баптау үшін параметрлік идентификациялау тәсілдеріне негізделген программалық пакет түрінде модель параметрлерінің идентификаторын әзірлену (8-ші кезең);

– логикалық программалау тілдеріне (мысалы, Prolog) негізделген, ШҚТ-ның жүйемен, мысалы, табиғи немесе кәсіби тілдерде ыңғайлы және таныс жұмыс режимін қамтамасыз етуге арналған «интеллектуалдандырылған» интерфейсті әзірлеу (9-ші кезең).

Жоғарыда ұсынылған ИШҚҚЖ-рін құру әдістемесінің жоғарыда сипатталған кезеңдері мен шешім қабылдау қолдау жүйесінің құрылымы мен құрамына қойылатын талаптарды талдау негізінде БКҚ-нің жұмыс режимдерін басқаруға арналған ИШҚҚЖ-нің келесі құрылымы ұсынылады (сурет 1). Ұсынылған ИШҚҚЖ құрылымында ол жүйенің функционалды блоктары арасындағы байланысты көрсететілген.

Сурет 1 – БКҚ жұмыс режимдерін басқару бойынша шешім қабылдауды қолдау жүйесінің құрылымы.

Ұсынылған ИШҚҚЖ құрылымы ашық жүйе принципі бойынша құрылған, яғни қажет болған жағдайда олардың бұл жүйе құрамындағы функциионалдық блоктарды жетілдіруге және басқа блоктарды енгізуге болады.

БКҚ жұмыс режимдерін басқаруға арналған құрылымы әзірленген ИШҚҚЖ-нің негізгі функционалды блоктарының негізгі функциялары мен сипаттамасын қарастырайық.

1) *ИШҚҚЖ пайдалушысы* – бұл нысан джұмысын басқаратын оператор-технолог, яғни ШҚТ. Пайлдаланушы, ИШҚҚЖ қолдауымен басқарылатыен нысан жұмысының ең жақсы режимін таңдайды, яғни мүмкін шешімдер жиынынан барлық шектеулердің шарттары орындалуын ескере отырып таңдалған критерийлердің оотималды (тиімді, ымыралы) мәндерін

қамтамасыз ететін шешім нұсқасын қабылдайды. ШҚТ ең жақсы шешімді қалыптасқан өндірістік жағдайға, өндіріс жоспарына, шикізаттың құрамына, нарықтағы өнім сапасына қойылатын талаптарды және т.б. ескере отырып қабылдайды. Сонымен қатар, бұл жағдайлар мен талаптар өзгеруі мүмкін, бұл ШҚТ тарапынан шешім қабылдау процесінің нақты критерийлері мен енгізілген шектеулер мен басқа да параметрлердің маңыздылығын ескеретін салмақтау коэффициенттерінің өзгеруіне әкеледі.

Шешімдерді дайындау мен қабылдаудың қарастырылған мәселелерін шешу үшін пайдаланушы ИШҚҚЖ-нің келесі блокарын қолданады: БКҚ технологиялық агргаттарының математикалық модельдері пакетін; шешім қабылдау есептерін шешу тәсілдері, соның ішінде айқынсыздықта да жұмыс жасайтын эвристикалық алгоритмдерін; сондай-ақ, қажет болған жағдайда, деректер және білімдер базасы блогы және алынған шешімді түсіндіру блогын.

Басқару ныаны параметрлері мен жұмыс жағдайы өзгерген жағдайларда, жаға жағдайға адаптациялау процесінде модельдердің параметрлерін қайа идентификациялау, баптау және білім қорын толтыру мен толықтыру кезінде ШҚТ эксперт ретінде қатысады. Ұсынылған құрылымнан көрініп тұрғандай, ШҚТ-ның аталған барлық функциялары пайдаланушы интерфейс арқылы жүзеге асырылады.

2) *«Пайдаланушы интерфейсі»* блогы. ИШҚҚЖ-нің бұл функционалдық блогы пайдалнушыға, яғни ШҚТ-ға шешімдерді дайындау және қабылдау процесінде жүйемен жұмыс жасауға, ақпарат алмасуға ыңғайлы, интерактивті режимді қамтамасыз ететін программалар жиынтығы болып табылады. Сонымен қатар бұл блок жүйенің бірқатар басқа функцияларын жүзеге асыру кезінде (мысалы, пайдаланушыға таныс форматта нәтижелерді көрсету, талдау жүргізу, нысанның интерактивті схемасымен жұмыс жасау, шешімдерді таңдау процесін визуалды бақылау және т.б.) қолданылады. ШҚТ мен жүйе арсындағы ақпарат алмасуды, диалогты ыңғайлы ету үшін ИШҚҚЖ «интеллектісін» арттыру үшін ақпарат алмасу процесі пайдаланушыға таныс табиғи немесе кәсіби тілде болуы керек.

Кәсіби тіл ретінде кәдімгі адам тілінің тым үлкен бөлігі болып табылмайтын, шешілетін мәселелердің мәнін мамандықтың пәндік саласындағы мамандардың өзара түсінуін жеңілдететін белгілі бір қасиеттері бар табиғиға жақын тілді түсінеміз. Кәсіби тілде әр ұғым мен сөз біржақты түсінілуі керек, яғни мұндай тілде синонимдер болмауы тиіс. Сонымен қатар, табиғи тілдегі сөз тіркестері мен сөйлемдермен салыстырғанда, кәсіби тілдегі сөз тіркестері мен сөйлемдер неғұрлым қатаң ережелерді қолдана отырып құрылады. Кәсіби тілді құру оңай болмаса да, мұндай «жеңілдетілген» тіл ШҚТ мен ИШҚҚЖ арасындағы тиімдірек жұмыс режиміне мүмкіндік береді және адам мен компьютер арасындағы ыңғайлы диалогты ұйымдастырудың тиімді құралы болып табылады. Сонымен бұл пайдаланушы блогы ИШҚҚЖ-

нің маңызды блоктарының бірі болып табылады, интерфейс пайдаланушы мен жүйе арасындағы байланыстың ыңғайлылығын, қарапайымдылығын және тиімділігін қамтамасыз ететіндіктен, ол ИШҚҚЖ-нін интеллект деңгейін анықтайды. Сонымен қатар ИШҚҚЖ-нің интеллект деңгейі білім базасында формализацияланған және сақталған білімнің көлемі мен мазмұнына, модельдерді құру кезінде қолданылатын эксперттердің білім деңгейіне және шешім қабылдау есептерін шешудің эвристикалық алгоритмдеріне де байланысты екенін атап өткен дұрыс.

Пайдаланушы, яғни ШҚТ мен компьютерлер арасында ақпарат алмасуға мүмкіндік беретін граикалық интерфейсті әзірлеу кезінде адамның компьютермен өз ара әрекетін ұйымдастырудың келесі негізгі талаптары ескерілді (Larichev et all., 2019).

– ИШҚҚЖ пайдаланушысы болып табылатын ШҚТ-дан ақпарат алу әдісінің дұрыстығы. Бұл талаптың сақталуын қамтамасыз ету үшін алдымен режимдері басқарылатын нысанның ШҚТ-мен талқылау және келісу ұсынылады, осылайша о5ан неғұрлым түсінікті және таныс тіл, мысалы, кәсіби бағытталған тіл, ақпарат қабылдау және шығару үшін қолданылады;

– БКҚ жұмыс режимін тиімді басқару үшін ИШҚҚЖ пайдаланушысы мен компьютер арасындағы диалогты және ақпарат алмасуды ұйымдастырудың ыңғайлылығы мен жайлылығы. Бұл талап мыналарды қамтиды: есептеу процедурасының тиімділігін қамтамасыз ету және оларды ШҚТ-ға тез және ыңғайлы түрде ұсынуға мүмкіндік беретін қажетті параметрлер мен өндірістік көрсеткіштерді анықтау; диалог процесінің әр қадамында қажетті түсініктемелерді, кеңестер мен ақпаратты алу мүмкіндігін қамтамасыз ету;

– ШҚТ мен компьютер арасындағы икемді диалог принципін жүзеге асыру. Бұл принцип диалог процесінде қай тараптың жетекші екенін дұрыс анықтауды талап етеді. Мәселені шешу сатысына байланысты кейбір жағдайларда компьютерге шешім қабылдау процесінің жалпы схемасын енгізу арқылы диалогтың жетекші тарапы ретінде компьютерді анықтап, шешім қабылдаушыны ақпарат көзі ретінде анықтаған жөн. Шешім қабылдау процесінің басқа жағдайларында немесе кезеңдерінде, керісінше, жетекші мәселені шешудің барысын анықтайтын және нәтижелерін бағалайтын ШҚТ-ны анықтап, компьютерді есептеу құралы ретінде анықтаған жөн.

ШҚТ мен компьютер арасындағы диалогты ұйымдастыру және жүзеге асыру тәртібі сәйкес ішкі мәзірлер мен әрекеттері бар мәзірге негізделген. Осылайша, әрбір мәзір өз кезегінде әртүрлі әрекеттерді жүзеге асыратын бірнеше ішкі элементтерді қамтиды. Мәзір жүйесін әзірлеу кезінде оның мазмұны мен нысандары ШҚТ-ның, яғни БКҚ ақпараттық жүйесін пайдаланушылар болып табылатын операторлары мен технологтарының талаптары мен тілектерін ескере отырып анықталады.

3) *«БКҚ – басқару нысаны математикалық модельдері» блогы.* Бұл функционалдық блок басқару нысанынның жеке аграгаттарының құрылған

модельдері мен олардың технологиялық схемаға сійкес бір пакетке біріктірілген құрылымдардың жиынтығы болып табылады. Модельдер пакетінде әр түрлі типтегі модельдер болуы мүмкін, мысалы, статистикалық, айқын емес, біріктірілген және олар бірге басқару нысанының жұмысын жүйелі модельдеуге және оптимизациялауға мүмкіндік беруі керек. Модельдер пакеті басқару нысаны жұмыс режимдерін басқару үшін қолданылатын кіріс және жұмыс параметрлерінің түрлі мәндері үшін БКҚ жұмыс сапасын бағалайтын критерийлердің мәндерін есептеу (анықтау) үшін қолданылады.

БКҚ жеке агрегаттарының математикалық модельдері модельдерді құруға қажетті қолжетімді ақпараттың сипатына байланысты әр түрлі тәсілдердің қолдану арқылы, декмпозиция принципіне сәйкес әзірленеді. Бұл принципкке сәйкес модельдер алдымен қолжетімді ақпаратқа байланысты түрлі тәсілдермен құрастырылады, содан кейін БКҚ жеке арегаттарының әзірленген түрлі типтегі модельдері кокстеу технологиялық процестің жүру схемасына сәйкес бір жүйеге, яғни модельдер пакетіне біріктіріледі.

4) «*Шешім қабылдау есептерін шешу тәсілдері, эвристикалық тәсілдер»* блогы. ИШҚҚЖ-нің бұл функционалды блогы басқару нысанының ең тиімді жұмыс режимін таңдауда шешім қабылдау есептерін шешу кезінде қолданылады және әдетте, айқын емес ортада шешім қабылдау есептерін шешудің эвристикалық алгоритмдерін қамтиды. Шешім қабылдау есептерін шешу алгоритмдері, модельдер пакетін, декректер мен білімдер базасын және логикалық қорытынды ережелерін қолдану арқылы тиімді шешімдердің жиынын анықтайды. Содан кейін ол тиімді (Парето) жиынынан ішінен таңдалған критерийлер бойынша ең жақсысын, яғни нысанның туындаған жағдайларға байланысты ең тиімдсін ШҚТ таңдайды. Сонымен соңғы, ең тиімді шешімді қабылдау пайдаланушы-ШҚТ құзіретінде болады.

5) *«Қабылдауға ұсынылған шешімді түсіндіру» блогы.* Әдетте бұл блоктың құрамында *«Логикалық қорытындалау»* функциясын жүзеге асыратын ішкі блок, немесе жеке блок қосымша өолданылады. Бұл функционалдық блок қабылданған шешімдерді қорытындылау және түсіндіру стратегиясын жүзеге асыруға арналған. Шешім қабылдау есептерін шешу алгоритмдерін және модельдер пакетін, білімдер және деректер базасы блогын пайдалана отырып, аталған блок шешім қабылдаушыларға басқарылатын нысанның жұмыс режимдерін тиімді басқару бойынша ұсыныстарды тұжырымдауға мүмкіндік береді.

Логикалық қорытындылау және таңдалған шешімді түсіндіру процедуралары шартты қорытынды жасаудың логикалық (композициялық) ережелерін пайдалана отырып, айқын емес жиындар бойынша операцияларды орындау және альтернативті таңдауларда қабылданған барлық ойлар мен шешімденрді тіркеу негізінде жүзеге асырылады. Сондай-ақ, қажет болған жағдайда, ШҚТ шығарылған ұсыныстар бойынша түсініктеме ала алады. Мұндай түсініктемелер жүргізілген логикалық қорытындының компьютерде

сақталған ізі негізінде алынады. Түсініктемелерді құру процесін жүзеге асыру үшін құрылымы мен функционалдық блоктра ұсынылған ИШҚҚЖ блогы «Шешім қабылдау есептерін шешу тәсілдері, эвристикалық тәсілдер», «Білімдер және деректер базасы» және «Пайдаланушы интерфейсі» блоктарымен байланысады.

6) *«Білімдер және деректер базасы»* блогы пайдаланушы – ШҚТ- ның, пән бойынша эксперттердің және БКҚ туралы білімдер мен деректер базасын құруға және оларды өңдеп, шешім қабылдау процесінде қолдануға арналған.

Бұл блокта сақталған ақпаратты келесі функцияларды орындауда пайдаланылады:

– «Шешім қабылдау есептерін шешу тәсілдері, эвристикалық тәсілдер» блогында альтекрнативті шешімдерді талдау және таңдауда;

– логикалық қорытындылау және алынған шешімді түсіндіру процесінде;

– «Модель параметрлерінің идентификаторы» блогында модельдерді жаңа жағдайларға адавптациялау, баптау үшін, сондай-ақ нысанның жұмысы туралы әртүрлі есептерді құрастыру кезінде.

Бұл жағдайда білім компьютерде сақталған, белгілі бір ережелерге сәйкес формализацияланған, ШҚТ, эксперт-мамандардан алынған және формализацияланған ресімделетін ақпаратты білдіреді. Интеллектуалды жүйелерде ШҚТ, эксперттерден алынған және олардың білімі, тәжірибесі мен интуициясы формализацияланған түрде көрсететін осындай ақпарат негізінде білімдер базасы құрылады. Компьютер, білім базасындағы білімге негізделген, содан кейін белгілі бір алгоритмдерді пайдалана отырып, қорытынды жасай алады.

7) *«Модельдер параметрлерінің идентификаторы» блогы,* модельдердің адекваттығын тексеруге және қажет болған жағдайда параметрлерді қайта идентификациялауға, баптьауға арналған. Өндірісте мұндай смодельдердің параметрлерін баптау, қайта идентификациялау қажеттіліктері түрлі себептерге (физикалық тұрғыдан ескіру, шикізат қасиеттерінің өзгеруі т.б.) басқару нысанының күйі, сипаты өзгергенде немесе тағы басқа өзгеріс тероге байланысты туындайды. Бұл блок параметрлік идентификациялау тәсілдерін жүзеге асыратын программалық кешен болып табылады.

Құрылымы ұсынылған БКҚ жұмыс режимдерін басқару бойынша тиімді шешім қабылдауды қолдау интеллектуалдандырылған жүйенің интеллекуалдық деңгейін арттыру үшін келесі әс-әрекеттер негізінде жүзеге асырылады:

– толық және қарама–қайшылығы жоқ білімдер базасын құру;

– тиімді шешімді таңдау кезінде құрылған білімдер базасын және ШҚТ-ның білімін, тәжңрибесін және интуициясын «интеллектісін, шығармашылық қабілетін барынша толық пайдалану;

– айқын емес ортада тиімді шешімді қабылдауға мүмкіндік беретін эвристикалық алгоритмдерді құру және қолдану;

- басқару нысанының, яғни БКҚ-ның модель құруға қажетті кейбір бастапқы декретер мен ақпараттардың күрделі өлшенуі немесе өлшенбеуі жағдайларында қосымша айқын емес ақпараттарды пайдалану арқылы нысанның модельдерін құру;

– пайдаланушы, яғни ШҚТ-ға жүйені шешім дайындау жіне қабылдау кезінде қолдануды оған түсінікті және ыңғайлы түрде жүзеге асыратынғ яғни ақпарат алмасуды табиғи не кәсіби тілде жүргізуге қабілетті интеллектуалдандырылған пайдалушы интерфейсін құру.

Ұсынылған БКҚ жұмыс режимдерін басқару бойынша тиімді шешімді таңдауды жүзеге асыратын ИШҚҚЖ «Пайдаланушы (ШҚТ) - компьютер (жүйе)» арасындағы ақпарат алмасуды шешім даярлау және қабылдау процесінде қамтамасыз ететін диалогты, итеративті режимінде жұмыс жасайды. Диалог процедурасы ақпаратты енгізу/шығару құрылғысы (пернетақта, тінтуір, монитор, дисплей) арқылы жүзеге асырылады. Автоматты ақпаратты өлшеу және жазу құрылғыларымен арнаулы нысанмен байланыс интерфейстері арқылы байланыстыруға болады. Кейбір маңызды ақпарат пен өндіріс бойынша есеп беру материалдарын қағазда алу қажет болса, принтерлер пайдаланылады. Архивтік деректер, режим парақтары, есептер және т.б. сияқты үлкен көлемді деректер қатты дискілерде және басқа сыртқы жады құралдарында сақталады. Ақпаратты компьютерлерден басқа компьютерлерге немесе құрылғыларға тасымалдау және тасымалдау желі арқылы немесе сыртқы сақтау құралдарын пайдалану арқылы жүзеге асырылады.

Сонымен түрлі өндірістік нысандардың тиімді жұмыс режимдерін таңдауда бойынша шешім қабылдау есептерін шешуде қолданатын ИШҚҚАЖ тиімділігі білімдерді формализациялау, құрылымдау, құрылған модельдер және шешім қабылдау есептерін шешу эвртистикалық алгоритмдері сапаларымен, сондай-ақ пайдаланушы интерфейсі ыңғайлылығымен анықталатыны туралы қорытында жасауға болады.

Қорытынды. БКҚ оптималды жұмыс режимдерін таңдау бойынша шешім даярлау және қабылдау процесстеріне қолдау көрсету ИШҚҚЖ құрылымы жасақталып, оның негізгі функционалдық блоктарының қызметтері мен сипаттамалары берілген.

Жұмыста тұжырымдалған зертеу мақсаты, яғни БКҚ тиімді жұмыс режимдерін таңдауға мүмкіндік беретін ИШҚҚЖ құрылымын құру және ондай жүйелердің функционалдық блоктары мен олардың жүйелі жұмысын сипаттау, қол жеткізіліп, жүзеге асырылған. Ал аталған мақсатқа жету үшін қойылған зерттеу мәндеттері толығымен шешілген. Жұмыста зерттеу Зерттеу барысында алынған нәтижелер БКҚ сияқты күрделі, нашар формализацияланатын, яғни айқынсыздықпен сипатталатын технологиялық жүйелердің жұмыс режимдерін тиімді басқару мақсатында шешімдер қабылдауда қолданылуы мүмкін.

Құрылымы ұсынылған ИШҚҚАЖ-нің ұқсас жүйелерден артықшылығы: ИШҚҚАЖ құрамына ШҚТ, эксперттер білімдері, тәжірибелері негізінде құрылған модельдер жүйесі мен өз-ара байланысқан технологиялық агрегатар кешенінің оптималды жұмыс режимін айқын емес ортада таңдау бойынша шешім қабылдау эвристикалық тәсілдері, және интеллектуалдандырылған пайдаланушы интерфейсі енетіндегінде.

БКҚ жұмыс режимдерін оптимизациялау үшін ұсынылған ИШҚҚАЖ құрылымы (сурет 1), жоғары деңгейде автоматтандырылған нысандардың, сондай-ақ автоматтандыру деңгейлері төмен нысандардың жұмыс режимдерін оптимизациялауға мүмкіндік береді. Жүйенің мұндай құрылымы математикалық қамтуды жеңіл кеңейтуге және өндірістік процессті жүйелік талдау бойынша жаңа функцияларды қосуға да ыңғайлы болып табылады.

Бұл жұмыста зерттеу барысында келесі негізгі нәтижелер алынған:

- қарастырылатын интеллектуалдандырылған шешім қабылдауды қолдау жүйелерінің басқа компьютерлің ақпараттық жүйелерден айырмашылықтары, артықшылықтары мен мүмкіндіктері тұжырымдалған;

-ИШҚҚЖ мүмкіндіктері мен артықшылықтарын қамтамасыз етуге қажетті ИШҚҚЖ құрамынына енетін негізгі функционалдық блоктард мен мұндай жүйелерді құрудың негізгі тізбекті қадамдары мен сипатталған;

-ИШҚҚЖ-ін құру процедурасының жүзеге асырудың негізгі кезеңдері ұсынылып, сипатталған;

– баяу кокстеу қондырғысы мысалында айқынсықдықпен сипатталатын күрделі ХТЖ-дің жұмыс режимдерін басқару бойынша шешім қабылдауды қолдау жүйесінің құрылымы ұсынылып, оның құрамындағы негізгі функциоеналдық блоктардың қызметтері сипатталған;

– құрылымы ұсынылған ХТЖ-дің жұмыс режимдерін басқару бойынша тиімді шешім қабылдауды қолдау интеллектуалдандырылған жүйесінң интеллекуалдық деңгейін арттыру жолдары мен әдістері қарастырылған.

Зерттеу барысынд алынғани нәтижелер баяу кокстеу қондырғысы жұмс режимдерін басқару процесінді тиімді шешімдерді қолдау интеллектуалдандырыған жүйесін құруда қолданылуда. Сонымен қатар алынған нәтижелер болашақта ақпарат жетіспеушілігі мен айқынсыздығымен сипатталатын басқа ХТЖ-дің жұмыс режимдерін басқару бойынша ИШҚҚЖ-ін құруда қажетті бейімдеу мен жетілдіру арқылы қолданылуы мүмкін.

References

Lisicyn N.V., Viktorov V.K. (2021) Himiko-tekhnologicheskie sistemy: optimizaciya i resursosberezhenie. — SPb: Mendeleev. — 2-izd. — 347 p. (in Eng.)

Czabanski R., Jezewski M., Jacek Leski J. (2017) Introduction to Fuzzy Systems. In book: Theory and Applications of Ordered Fuzzy Numbers. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59614-3_2 (in Eng.)

Orazbayev B., Ospanov Y., Makhatova V., Salybek L. Abdugulova Z., Kulmagambetova Z. Suleimenova S., Orazbayeva K. (2023). Methods of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making for Controlling the Operating Modes of the Stabilization Column of the Primary Oil-Refining Unit. Mathematics 11, 2820. https://doi.org/10.3390/math11132820 (in Eng.)

Zaskanov V.G., Ivanov D.Yu., Grishanov G.M. (2013) Sistemy podderzhki prinyatiya reshenii. –Samara: SGAKU im. S.P. Koroleva (nats. issled. un-t). — 175 p. (in Eng.)

Prokopenko N.Yu. (2017) Sistemy podderzhki prinyatiya reshenii. — N. Novgorod: NNGASU. — 188 p. (in Eng.)

Gil'boa I. (2017). Kak prinyat' nailuchshee reshenie? Teoriya prinyatiya reshenii na praktike. — M.: ID «Delo» RANKhiGS, — 288 c. (in Eng.)

Gelovani V.A., Bashlykov A.A., Britkov V.B., Vyazilov E.D. (2008) Intellektual'nye sistemy podderzhki prinyatiya reshenii v neshtatnykh situatsiyakh s ispol'zovaniem informatsii o sostoyanii prirodnoi sredy; Editorial URSS. — M.: — 304 p. (in Eng.)

Vadinsky O. (2018). An overview of approaches evaluating intelligence of artificial systems. Acta informatica pragensia. — No 7-1. – P. 74-103. https://elibrary.ru/item.asp?id=35423152 (in Eng.)

Osipov G.S. (2015) Metody iskusstvennogo intellekta. — M.: Fizmat. — 295 s. (in Eng.)

Orazbayev B.B., Serimbetov B.A. (2019). Metody i sistemy iskusstvennogo intellekta v ekonomike. — Almaty: Izd. Evero, — 308 p. (in Eng.)

Makarov I.M., Lokhin V.M., Man'ko S V., Romanov M.P. (2012) Iskusstvennyi intellekt i intellektual'nye sistemy upravleniya, M.: Nauka. — 336 p. (in Eng.)

Hamilton S.H., Jakeman A.J., Norton J.P. (2018) Artificial Intelligence techniques: An introduction to their use for modelling environmental systems. Mathematics and Computers in Simulation. — Vol. 78. — No 2. — P. 379–400. https://doi.org/10.1016/j.matcom.2008.01.028 (in Eng.)

Assanova B., Orazbayev B., Shangitova Z, Moldasheva Z., Orazbayeva K., Kozhakhmetova D. (2023) Development of Coke Chambers Models of Delayed Coking Unit under uncertain initial information. 7th International Symposium on Innovative Approaches in Smart Technologies (ISAS), Istanbul, Turkiye. — P. 1-5 https://doi.org/10.1109/ISAS60782.2023.10391778 (in Eng.)

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

Karmanov F.I. Ostreykovskiy V.A. (2019) Statisticheskiye metody obrabotki eksperimental'nykh dannykh s ispol'zovaniyem paketa MathCad. — M.: Radio i svyaz'. — 187 p. ISBN: 978-5-905554-96-4. (in Eng.)

Zhao Zh.W., Wang D.H. (2018) Statistical inference for generalized random coefficient autoregressive model // Mathematical and Computer Modelling, — Vol.56. — No 3. — P.152-166. (in Eng.)

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

Foth T., Efstathiou N., Vanderspank W.B. (2016) The use of Delphi and nominal group technique in nursing education: a review. Int. Jurnal Nurs Stud, 2019. —Vol. 60. — P. 112–120. https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu..04.015 (in Eng.)

Divina T.V., Petrakova Ye.A., Vishnevskiy M.S. Osnovnyye metody analiza ekspertnykh otsenok. Journal of Economy and Business. — Vol. 7. — P. 42-44. (in Eng.)

Ryzhov A.P. (2021) Fuzzy set theory and its applications. -Moscow: Moscow State University. 2nd edition. — 285 p. ISBN: 978-3-540-70777-6. (in Eng.)

Publication Ethics and Publication Malpractice in the journals of the Central Asian Academic Research Center LLP

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 journals of the Central Asian Academic Research Center LLP 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 Central Asian Academic Research Center LLP 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 Central Asian Academic Research Center LLP.

The Editorial Board of the Central Asian Academic Research Center LLP 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
ISSN2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)

Ответственный редактор *А. Ботанқызы*
Редакторы: *Д.С. Аленов, Т. Апендиев*
Верстка на компьютере: *Г.Д. Жадырановой*

Подписано в печать 22.12.2025.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная.
Печать –ризограф. 20,0 п.л. Заказ 4.

«Central Asian Academic Research Center» LLP
Алматы, Қонаев к-сі, 142