

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»

N E W S

OF THE NATIONAL ACADEMY
OF SCIENCES OF THE REPUBLIC
OF KAZAKHSTAN

SERIES OF PHYSICS AND MATHEMATICS

1 (353)

JANUARY – MARCH 2025

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

БАС РЕДАКТОР:

МҮТАНОВ 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 Максат 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>

БАЙГҮНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы, 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 Аладжарқызы, 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>

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика-математика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (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 **28.02.2025** ж. берген №**KZ20VPY00113741** Куәлік.

Тақырыптық бағыты: *ақпараттық-коммуникациялық технологиялар*

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

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Редакцияның мекен-жайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19

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

© «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ, 2025

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Галимканр 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/1423665>

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>

СМОЛЯРЖ Андей, 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>

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

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

Свидетельство о постановке на переучет периодического печатного издания, информационного агентства и сетевого издания № **KZ20VPU00113741**. Дата выдачи **28.02.2025**

Тематическая направленность: *информационно-коммуникационные технологии.*

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

Периодичность: *4 раза в год.*

Адрес редакции: *050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19*
<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

© РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан», 2025

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>

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

Series of Physics and Mathematics

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty).

Certificate No. **KZ20VPY00113741** on the re-registration of the periodical printed and online publication of the information agency, issued on **28.02.2025** 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.*

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

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

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2025

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 1. Number 353 (2025). 259–269

<https://doi.org/10.32014/2025.2518-1726.338>

UDC 004.89

©A. Ospanov¹, A.J. Pedro², T. Turymbetov³, K. Dyussekeyev¹,
A. Zhumadillayeva¹, 2025.

¹L.N.Gumilyov Eurasian national university, Astana, Kazakhstan;

²Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain;

³International University of Tourism and Hospitality, Turkestan, Kazakhstan.

E-mail: zhumadillayeva_ak@enu.kz

ADVANCEMENTS IN ERP SYSTEMS THROUGH EMERGING TECHNOLOGIES, MACHINE LEARNING AND HYBRID OPTIMIZATION TECHNIQUES

Almas Ospanov – Doctoral student, L.N. Gumilyov Eurasian national university, Astana, Kazakhstan, ospanov_ad_4@enu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-3834-130X>;

Alonso-Jorda Pedro – PhD, Professor, Universitat Politècnica de València, Valencia, Spain, palonso@upv.es, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6882-6592>;

Tursinbay Turymbetov – candidate of technical sciences, International University of Tourism and Hospitality, Turkestan, Kazakhstan, Turymbetov.t@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0178-8701>;

Kanagat Dyussekeyev – candidate of technical sciences, PhD, L.N.Gumilyov Eurasian national university, Astana, Kazakhstan, dyussekeyev_ka@enu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7691-2506>;

Ainur Zhumadillayeva – Candidate of technical sciences, Associate professor, L.N.Gumilyov Eurasian national university, Astana, Kazakhstan, zhumadillayeva_ak@enu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1042-0415>.

Abstract. Enterprise Resource Planning (ERP) systems have evolved into advanced business management platforms, integrating diverse organizational processes. The increasing need for real-time data processing and intelligent decision-making has led to the incorporation of machine learning (ML) and hybrid optimization into ERP systems, enabling greater efficiency, automation, and predictive capabilities. This paper systematically reviews the latest developments in ML-driven ERP solutions, analyzing over 70 scholarly articles. ML algorithms improve demand forecasting, inventory management, and resource allocation, while hybrid optimization effectively balances costs, operational efficiency, and resource distribution. The integration of ML with ERP significantly enhances supply chain operations, streamlining logistics, procurement, and warehouse management while reducing inefficiencies.

The role of ML-powered ERP in human resource management (HRM) is also explored, particularly its application in employee turnover prediction, recruitment optimization, and workforce planning. Additionally, ERP security and transparency are being enhanced through technologies such as federated learning and blockchain, ensuring secure and decentralized data management. Future research will focus on deep learning, cloud-based ERP, and big data analytics, which will further enhance predictive modeling, business intelligence, and operational automation. The incorporation of artificial intelligence (AI), IoT, and smart decision systems will allow enterprises to optimize workflows, reduce risks, and develop data-driven strategic frameworks, ensuring resilience and adaptability in highly dynamic business environments.

Key words: ERP systems, machine learning, hybrid optimization, big data, artificial intelligence, automation, predictive analytics.

**А. Оспанов¹, П. Алонсо-Жорда², Т. Тұрымбетов³, К. Дүйсекеев¹,
А. Жұмаділлаева¹, 2025.**

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

²Валенсия политехникалық университеті, Валенсия, Испания;

³Халықаралық Туризм және қонақжайлылық университеті,

Түркістан, Қазақстан.

E-mail: zhumadillayeva_ak@enu.kz

ERP ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖЕТІЛДІРІЛУІ: ЗАМАНАУИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР, МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ЖӘНЕ ГИБРИДТІ ОПТИМИЗАЦИЯ ӘДІСТЕРІ

Оспанов Алмас – докторант, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, ospanov_ad_4@enu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-3834-130X>;

Алонсо-Жорда Педро – PhD, профессор, Валенсия политехникалық университеті, Валенсия, Испания, palonso@upv.es, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6882-6592>;

Тұрымбетов Тұрсинбай – техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық Туризм және қонақжайлылық университеті, Түркістан, Қазақстан, Turymbetov.t@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0178-8701>;

Дүйсекеев Қанағат – техника ғылымдарының кандидаты, PhD, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, dyussekeyev_ka@enu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7691-2506>;

Жұмаділлаева Айнұр – техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан, zhumadillayeva_ak@enu.kz; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1042-0415>.

Аннотация. Кәсіпорын ресурстарын жоспарлау (КРЖ) жүйелері әртүрлі ұйымдастырушылық процестерді біріктіріп отыратын бизнесті басқарудың

озық платформаларына айналды. Нақты уақыт режимінде деректерді өңдеуге және интеллектуалды шешімдер қабылдауға деген өсіп келе жатқан қажеттілік машиналық оқытуды (МО) енгізуге және КРЖ жүйелеріне гибриді оңтайландыруға алып келді, бұл тиімділікті, автоматтандыруды, сондай-ақ болжамдық мүмкіндіктерді арттырады. Бұл мақалада МО негізіндегі КРЖ-ға қатысты шешімдері саласындағы соңғы жетістіктер жүйелі түрде қаралып, 70-тен астам ғылыми мақала талданды. МО алгоритмдері сұранысты болжауды, инвентаризацияны басқаруды және ресурстарды бөлуді жақсартады, бұл ретте гибриді оңтайландыру шығындарды, операциялық тиімділікті және ресурстарды бөлуді тиімді теңестіріп отыр. МО-дың КРЖ-мен интеграциясы жеткізу тізбегінің операцияларын айтарлықтай жақсартады, логистиканы, сатып алуды оңтайландырады, сондай-ақ қоймаларды басқару және тиімсіздіктерді азайтады.

Сондай-ақ, кадрлық ресурстарды басқарудағы (КРБ) МО-дың рөлі, атап айтқанда, оның кадрлардың тұрақталуын болжауға, жұмысқа қабылдауды оңтайландыруға және жұмыс күшін жоспарлауға қолдануы қарастырылады. Бұдан басқа, КРЖ қауіпсіздігі мен ашықтығы деректерді қауіпсіз және орталықсыздандырылған басқаруға мүмкіндік беретін федералдық оқыту және блокчейн сияқты технологиялармен күшейтіледі. Болашақ зерттеулер терең оқытуға, бұлтты КРЖ-ға, сондай-ақ үлкен деректер талдауына бағытталатын болады, бұл болжамды модельдеуді, бизнес-интеллекті, операцияларды автоматтандыруды одан әрі жақсартуға мүмкіндік береді. Жасанды интеллектті (ЖИ), интернет заттар (ИЗ) және интеллектуалды шешімдер қабылдау жүйелерін енгізу кәсіпорындарға жұмыс процестерін оңтайландыруға, тәуекелді төмендетуге және жоғары серпінді дамып келе жатқан бизнес ортада тұрақтылық пен тепе-теңдікті қамтамасыз ететін деректерге негізделген стратегиялық негіздерді дамытуға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: КРЖ жүйелері, машиналық оқыту, гибриді оптимизация, үлкен деректер, жасанды интеллект, автоматтандыру, болжамдық аналитика.

А. Оспанов¹, П. Алонсо-Жорда², Т. Турымбетов³, К. Дюсекеев¹,

А. Жумадиллаева¹, 2025.

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

²Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания;

³Международный университет туризма и гостеприимства,

Туркестан, Казахстан.

E-mail: zhumadillayeva_ak@enu.kz

**ПРОДВИЖЕНИЕ ERP СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И
ГИБРИДНЫХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ**

Оспанов Алмас – докторант, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, E-mail: ospanov_ad_4@enu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0004-3834-130X>;

Алонсо-Жорда Педро – PhD, профессор, Политехнический университет Валенсии, Валенсия, Испания, E-mail: palonso@upv.es; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6882-6592>;

Турымбетов Турсинбай – кандидат технических наук, Международный университет туризма и гостеприимства, Туркестан, Казахстан, E-mail: Turymbetov.t@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0178-8701>;

Дюсекеев Канагат – кандидат технических наук, PhD, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, E-mail: dyussekeyev_ka@enu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7691-2506>;

Жумадиллаева Айнур – кандидат технических наук, ассоциированный профессор, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, E-mail: zhumadillayeva_ak@enu.kz, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1042-0415>.

Аннотация. Системы планирования ресурсов предприятия (СПР) превратились в передовые платформы управления бизнесом, объединяющие различные организационные процессы. Растущая потребность в обработке данных в режиме реального времени и принятии интеллектуальных решений привела к внедрению машинного обучения (МО) и гибридной оптимизации в СПР-системы, обеспечивая повышение эффективности, автоматизацию и возможности прогнозирования. В данной статье систематически рассматриваются последние достижения в области СПР-решений на основе МО, проанализировано более 70 научных статей. Алгоритмы МО улучшают прогнозирование спроса, управление запасами и распределение ресурсов, а гибридная оптимизация эффективно балансирует затраты, операционную эффективность и распределение ресурсов. Интеграция МО с СПР значительно улучшает работу цепочек поставок, оптимизируя логистику, закупки и управление складами и снижая неэффективность.

Также рассматривается роль СПР на базе МО в управлении человеческими ресурсами (УЧР), в частности ее применение для прогнозирования текучести кадров, оптимизации найма и планирования трудовых ресурсов. Кроме того, безопасность и прозрачность СПР повышаются благодаря таким технологиям, как федеративное обучение и блокчейн, обеспечивающим безопасное и децентрализованное управление данными. Будущие исследования будут сосредоточены на глубоком обучении, облачных СПР и аналитике больших данных, что позволит еще больше усовершенствовать предиктивное моделирование, бизнес-аналитику и автоматизацию операций.

Внедрение искусственного интеллекта (ИИ), интернета вещей (ИВ) и интеллектуальных систем принятия решений позволит предприятиям оптимизировать рабочие процессы, снизить риски и разработать стратегические основы, основанные на данных, обеспечивая устойчивость и адаптивность в высокодинамичной бизнес-среде.

Ключевые слова: СПР-системы, машинное обучение, гибридная оптимизация, большие данные, искусственный интеллект, автоматизация, прогнозная аналитика.

Introduction. ERP (Enterprise Resource Planning) systems have evolved from basic process integration tools into sophisticated platforms essential for managing complex business processes and data across finance, production, logistics, and human resources. This evolution reflects the increasing demands of modern industries for real-time data processing and enhanced decision-making capabilities. Recent advancements in machine learning (ML) and hybrid optimization represent a pivotal shift in ERP's capabilities, enabling more intricate operational efficiency, automation, and predictive analytics (Azevedo, et al., 2024). Traditional ERP systems were often limited by high implementation costs, lack of flexibility, and scalability issues, which hindered adoption. However, as industries adopt digital transformation strategies, ERP systems must now go beyond basic integration to support data-driven processes that align with strategic goals. For instance, hybrid optimization in ERP supply-chain management has shown promise in energy management applications, where fluctuating demand and external variables, such as energy prices and regulations, require adaptive optimization (Reddy, et al., 2024). The shift towards ML-integrated ERP represents a significant milestone in digital transformation, promising benefits in strategic planning and operational insights that support long-term objectives (Ebirim, et al., 2024).

Methods and materials. A comprehensive systematic literature review was conducted to explore current trends in ERP systems, focusing on advancements in ML and hybrid optimization. Seventy recent articles were selected using inclusion criteria based on relevance to ML and hybrid optimization in ERP systems. After an initial screening, fifteen articles were further reviewed to assess specific contributions to ERP technology, covering a diverse range of applications across industries. The literature review methodology involved filtering by keywords related to ERP, ML, and optimization techniques in databases like Scopus, IEEE Xplore, and Web of Science. Figure 1 below illustrates the article selection and filtering process, which ensured that the analysis included only the most relevant studies.

Machine learning (ML) and hybrid optimization in ERP systems

The introduction of Machine Learning (ML) and Hybrid Optimization techniques into ERP systems represents a critical milestone in this evolution, enabling more complex operational efficiency, automation, and real-time predictive analytics. As industries increasingly rely on data-driven processes, ERP systems must now offer capabilities that not only support basic functions but also enhance long-term strategic decision-making by offering predictive insights and automation at scale (Feng, et al., 2024).

The transition from traditional ERP systems, which primarily focused on process integration, to modern ERP systems that leverage AI and ML reflects the broader trend towards digital transformation. Its applications in supply-chain management where, in addition, hybrid optimization, is also gaining traction in energy management systems integrated into ERP platforms. This approach enables companies to optimize their energy consumption based on fluctuating demand and

external variables, such as energy prices and environmental regulations. In this context, ERP systems are increasingly being used not only for automating repetitive tasks, but also for providing analytical insights that drive strategic initiatives (Tuli, et al., 2022).

Traditional ERP platforms were limited by high costs, lack of flexibility, and challenges with scalability. The implementation of ERP systems encompass elevated failure rates, intricate deployment procedures, budgetary excesses, opposition to change, the necessity for proficient change management, difficulties associated with customization, integration complications, and insufficient user training. ML algorithms provide ERP systems with the ability to learn from historical data and make informed predictions about future outcomes. This capability has significantly enhanced various facets of ERP systems, including demand forecasting, inventory optimization, and maintenance scheduling (Feng, et al., 2024).

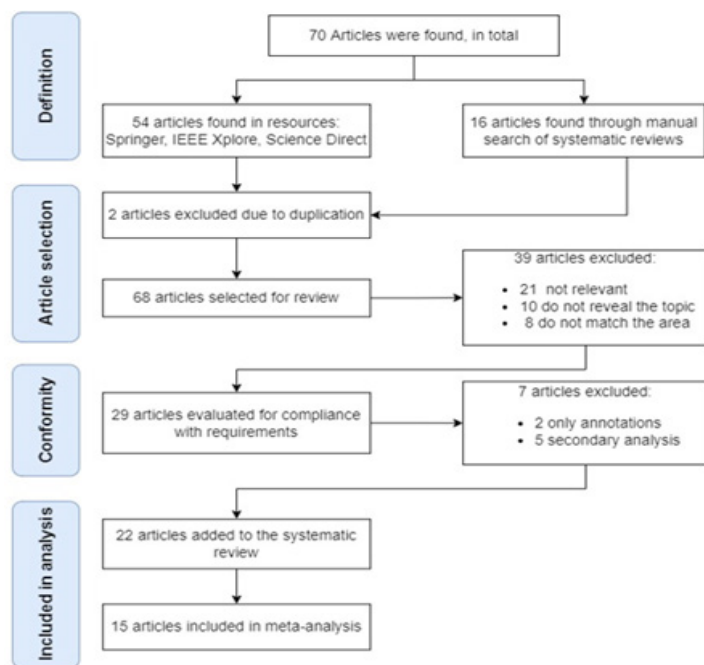


Figure 1. Method of systematic literature review.

ML algorithms enhance ERP systems by enabling predictive analytics, demand forecasting, inventory optimization, and maintenance scheduling, as well as optimizing resource management and strategic planning. In supply chain management, for example, ML-based models can adjust inventory levels in real time by analyzing seasonality, economic conditions, and historical sales trends. The observation that ML-enhanced ERP systems reduce lead times and improve inventory turnover rates, showcasing ML's practical benefits for supply chains (Fadojutimi, et al., 2024). In human resource management, ML algorithms help

predict employee turnover, optimize hiring strategies, and align HR objectives with long-term organizational goals. Hybrid optimization, combining ML with traditional optimization methods, addresses complex multi-objective challenges within ERP systems by balancing trade-offs like cost, resource allocation, and operational efficiency. In addition, performed SWOT analysis of optimization algorithms that offers insights into how hybrid approaches effectively enhance ERP performance through the integration of predictive analytics with operational processes.

One of the primary applications of hybrid optimization is in supply-chain management, where businesses must constantly balance competing objectives—such as inventory management, cost control, and lead-time reduction. Also, an application of multi-objective optimization to ERP systems to streamline decision-making processes by integrating factors such as production costs, employee schedules, and resource allocations into a unified model (Feofanov, et al., 2020).

Industrial applications of ERP systems with ML and hybrid optimization techniques

The integration of ML into supply-chain management has revolutionized logistics and inventory management. By analyzing large datasets, ERP systems with ML capabilities can predict demand trends, optimize supply routes, and manage inventory more effectively (Gollangi, H.K., et al., 2024).

By automating demand forecasting and inventory replenishment, ML-based ERP systems help businesses minimize overstocking and stock-outs. Additionally, ML algorithms analyze external factors such as market trends, customer preferences, and historical data to ensure that the supply-chain is agile and responsive to changes in demand (Hammouch, et al., 2024).

ERP systems have also found significant applications in HRM. By utilizing ML models, businesses can predict employee performances, assess recruitment needs, and optimize workforce management (Zhao, 2024). It's been demonstrated that ML enabled ERP systems improve the alignment between human resource strategies and organizational objectives. This alignment ensures that staffing levels are optimized, based upon past data, to meet current and future needs of the enterprise (Jawad, et al., 2024).

Emerging technologies in ERP systems

In addition to its applications in supply-chain management, hybrid optimization is also gaining traction in energy management systems integrated into ERP platforms. This approach enables companies to optimize their energy consumption based on fluctuating demand and external variables, such as energy prices and environmental regulations. By employing hybrid optimization techniques, companies can reduce their operational costs while adhering to sustainability goals (Krishna et al., 2024).

Big data analytics enhances the capabilities of cloud ERP by enabling the analysis of massive datasets. This allows businesses to derive actionable insights from data and improve various areas of the business such as decision-making processes across various domains, including finance, supply-chain management and customer relationship management (Lu, 2020). The integration of AI into ERP systems is a

significant development that has enabled businesses to automate complex decision-making processes. AI-driven ERP systems can automate repetitive tasks and enhance predictive analytics. These cognitive ERP systems are capable of processing vast amounts of data in real time, providing recommendations for optimizing resources and improving operational efficiency (Hrishev, et al., 2023). The reviews highlight how hybrid ERP systems can benefit from integrating ML for real-time resource optimization. Hybrid optimization models which are combining deep-learning, genetic algorithms, and predictive analytics have proven effective in improving ERP scalability and decision-making (Kumar, 2024).

In overall, current emerging technologies in ERP systems could solve the challenges such as the complexity of integrating ML models and techniques into existing ERP systems and managing large-scale data more efficiently. Table 1 outlines current technologies applications and its benefits in summarized content.

Table 1. Comparative analysis of emerging technologies in ERP systems

#	Technology	Applications	Benefits
1	Cloud ERP	Data storage, real-time access	Scalability, accessibility, cost-effectiveness
2	Big data analytics	Predictive modeling, customer analytics	Deeper insights, improved decision-making, analytics
3	AI	Automation, predictive analytics	Automation of tasks, better resource management
4	Blockchain	Secure transactions, supply-chain tracking	Enhanced security, transparency, and traceability
5	IoT Integration	Real-time data processing	Improved operational efficiency, automation

Results and discussion.

Although the current advancements in ML and hybrid optimization in ERP systems offer substantial benefits, certain areas are still unexplored. One of the promising avenues for future research is the application of federated learning to enhance data privacy in ERP systems. By enabling decentralized ML models which allows businesses to process data locally while protecting sensitive information. Specially, it is vital if data has to be stored on-premises in local servers.

Integrating blockchain technology into ERP systems offers a secure and transparent way to track transactions and manage supply-chains. Blockchain’s immutable ledger could be used to enhance the security and traceability of transactions within ERP systems.

The integration of ML and hybrid optimization in ERP systems has enhanced decision-making and operational efficiency, although challenges remain in data privacy and scalability. Future research should focus on federated learning, which allows decentralized ML models to process data locally, addressing privacy concerns without sacrificing ERP performance. Federated learning is particularly promising for companies that store data on local servers and require high data privacy.

Additionally, blockchain technology could strengthen ERP systems’ security and transparency, particularly in transaction tracking and supply-chain management. Table 2 contrasts the areas already well-researched against those requiring further exploration to advance ERP system adaptability.

Table 2: Comparison of researched vs. Unexplored areas in ERP systems

Researched areas	Unexplored areas
ML for predictive maintenance in ERP systems structure	Integration of federated learning for data privacy in ERP systems
Hybrid optimization for supply-chain management in ERP systems	Block-chain integration for supply-chain functions traceability in ERP systems
AI-driven human resource management in ERP	Cognitive ERP systems for automated decision-making implementation
Cloud technology implementations for scalability and real-time access in ERP	AI-enhanced cybersecurity in ERP systems
Big data analytics in ERP systems for customer insights	Decentralized ERP models with block-chain integration in ERP systems
	Integration of gamification models in ERP systems
	Virtual Reality (VR) & Augmented Reality (AR) technologies implementation in ERP systems
	Enterprise Architecture (EA) integration with ERP Systems

As shown in the above table 2, further research could explore studies in the application of federated learning, block-chain integration, cognitive ERP systems, edge computing in hybrid ERP systems, gamification integration, VR / AR technologies integration into ERP Systems and TOGAF framework implementation along with ERP systems to address scalability, flexibility challenges and enhance ERP systems adaptability for current trends.

Conclusion. The literature demonstrates that ML and hybrid optimization methods are reshaping ERP systems by enhancing resource allocation and decision-making processes. Nevertheless, effective ML model implementation faces significant challenges, especially concerning data privacy and scalability. As ERP systems continue to evolve, integrating emerging technologies like AI and blockchain is anticipated to play a crucial role in developing resilient, adaptable, and secure enterprise management solutions.

The amalgamation of ML and hybrid optimization methodologies into ERP systems has fundamentally transformed the manner in which organizations administer their operational workflows. These advanced technologies furnish sophisticated capabilities for predictive analytics, instantaneous decision-making, and enhanced operational efficiency. Their utilization is particularly pivotal in industries such as manufacturing, supply chain management, and human resource management, where they have empowered enterprises to optimize performance metrics and foster sustainable growth trajectories.

As ERP systems perpetuate their advancement, the incorporation of nascent technologies such as artificial intelligence (AI), cloud computing, gamification,

augmented reality (AR) and virtual reality (VR), enterprise architecture (EA), and blockchain will assume a vital position in molding the future landscape of enterprise management solutions. Subsequent research endeavors should concentrate on investigating how these innovative technologies can be harnessed to surmount existing obstacles and to engender more resilient, scalable, adaptable, and secure ERP frameworks.

Consequently, forthcoming studies could catalyze the progression of these models, scrutinizing their scalability and exploring the potential of sophisticated AI methodologies to enhance the adaptability and efficiency of ERP systems. In conclusion, the primary challenges associated with ERP implementation encompass elevated failure rates, intricate deployment procedures, budgetary excesses, resistance to organizational change, the imperative for effective change management, hurdles in customization, integration complexities, and inadequate user training. Addressing these impediments is imperative for organizations to successfully deploy ERP systems and attain the anticipated levels of operational efficiency and productivity.

References

- Azevedo, B.F., Rocha, A.M.A.C., Pereira, A.I. Hybrid Approaches to Optimization and Machine Learning Methods: A Systematic Literature Review. *Machine Learning*. 2024. Vol. 113. P. 4055-4097. (in Eng.)
- Ebirim G.U., et al. A Critical Review of ERP Systems Implementation in Multinational Corporations: Trends, Challenges, and Future Directions. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*. 2024. Vol. 6. No. 2. P. 281-295. (in Eng.)
- Fadojutimi B., et al. Future-Proofing Supply-chains: Leveraging ERP Platforms for Advanced Automation and Interoperability. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. 2024. Vol. 6 No. 9. P. 1241-1261. (in Eng.)
- Feng, C., Ali, D.A. Improving the Organizational Efficiency of Manufacturing Enterprises: The Role of Digital Transformation, ERP and Business Practices. *Revista de Gestão Social e Ambiental*. 2024. Vol. 18. No. 2. P. 1-25. (in Eng.)
- Feofanov A., Baranov N. Multiobjective Optimization in ERP System Design // *MATEC Web of Conferences*. 2020. Vol. 329. P. 2020032903042. (in Eng.)
- Gollangi H.K., et al. Data Engineering Solutions: The Impact of AI and ML on ERP Systems and Supply-chain Management. *Nanotechnology Perceptions*. 2024. Vol. 20. No. S9. P. 646-648. (in Eng.)
- Hammouch H. Enhancing Management Control through ERP Systems: A Comprehensive Literature Review. *iRASD Journal of Management*. 2024. Vol. 6. No. 3. P. 125-133. (in Eng.)
- Hrishev R., Shakev N. Artificial Intelligence in Enterprise Resource Planning Systems. *LX*. 2023. Vol. 1. (in Eng.)
- Jawad Z.N., Balázs V. Machine Learning-Driven Optimization of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems: A Comprehensive Review. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*. 2024. Vol. 13. No. 4. (in Eng.)
- Krishna H., Rikkula R. The Future of ERP Integrations – A look at Emerging Technologies. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2024. Vol. 11 No. 7. P. 539-545. (in Eng.)
- Kumar G. The Future of Enterprise Resource Planning (ERP): Harnessing Artificial Intelligence. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*. 2024. Vol. 10. No. 4. P. 94-99. (in Eng.)

Lu S. Research on ERP Software Course Optimization Based on Big Data Technology. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1648. No. 4. P. 042049. (in Eng.)

Reddy V.J., Hajarath K.C. Designing a Cognitive Supply-chain Platform Using Sap ERP Solution for Smart Decision Support. *International Journal of Supply-chain Management*. 2024. Vol. 9. No. 3. P. 12-23. (in Eng.)

Tuli F.A., Kaluvakuri S. Implementation of ERP Systems in Organizational Settings: Enhancing Operational Efficiency and Productivity. *Asian Business Review*. 2022. Vol. 12. No. 3. P. 89-96. (in Eng.)

Zhao Y. Development of Big Data Assisted Effective Enterprise Resource Planning Framework for Smart Human Resource Management. *PloS One*. 2024. Vol. 19. No. 5. P. e0303297. (in Eng.)

CONTENTS

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

A.Abdiraman, L.Aldasheva, A.Zakirova, B.Mukhametzhanova, I.Orman GLOBAL ANALYSIS OF MOBILE BROADBAND NETWORK PERFORMANCE: INSIGHTS INTO 5G DEPLOYMENT AND FUTURE 6G CHALLENGES.....	5
R. Abdualiyeva, L. Smagulova, A. Yelepbergenova THE EFFECTIVENESS OF USING CHATGPT IN PROGRAMMING.....	17
A.B. Aben, N.M. Zhunissov, G.N. Kazbekova, A.N. Amanov, A.A. Abibullayeva DEEPFAKE ARTIFICIAL VOICE DETECTION. COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF THE LSTM AND CNN MODELS.....	32
A.A. Aitkazina, N.O. Zhumazhan DEVELOPMENT OF A BIOTECHNICAL SYSTEM FOR LASER TREATMENT OF SUNFLOWER SEEDS.....	49
G. Aksholak, A. Bedelbayev, R. Magazov SECURING KUBERNETES: AN ANALYSIS OF VULNERABILITIES, TOOLS, AND FUTURE DIRECTIONS.....	66
A.T. Akynbekova, A.A. Mukhanova, Salah Al-Majeed, A.G. Altayeva PROBLEMS OF IMPLEMENTATION OF FUZZY MODELS OF DECISION MAKING IN SOCIAL PROCESSES.....	78
K.M. Aldabergenova, M.A. Kantureyeva, A.B. Kassekeyeva, A. Akhmetova, T.N. Esikova FEATURES AND PROSPECTS FOR THE USE OF DIGITAL PLATFORMS AND INTERNET MARKETING IN THE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL PRODUCTION.....	93
A. Yerimbetova, M. Sambetbayeva, E. Daiyrbayeva, B. Sakenov, U. Berzhanova CREATING A MODEL FOR RECOGNIZING THE KAZAKH SIGN LANGUAGE USING THE DEEP LEARNING METHOD.....	108
A.N. Zhidebayeva, S.T. Akhmetova, A.O. Aliyeva, B.O. Tastanbekova, G.S. Shaimerdenova REVIEW OF DETECTION AND PREVENTION OF OFFENSIVE LANGUAGE VIA SOCIAL MEDIA DATA MINING.....	124

K.S. Ivanov, D.T. Tulekenova

ENSURING THE DETERMINABILITY OF MOTION OF AN ADAPTIVE SPACECRAFT DRIVE BY INTRODUCING AN ADDITIONAL VELOCITY CONSTRAINT FORCE.....136

M.N. Kalimoldayev, Z.D. Ormansha, K.B. Begalieva, A.S. Ainagulova, A.O. Aukenova

A BLOCKCHAIN MODEL FOR AGRICULTURAL PRODUCT TRACKING THAT SUPPORTS FEDERAL TRAINING.....151

I. Massyrova, O. Joldasbayev, S. Joldasbayev, A. Bolysbek, S. Mambetov
AUTOMATION OF THE SYSTEM FOR INDUSTRIAL PRACTICE AND INTERNSHIPS FOR STUDENTS IN ORGANIZATIONS OUTSIDE OF THE UNIVERSITY.....168

A.B. Mimenbayeva, G.O. Issakova, G.K. Bekmagambetova, A.B. Aruova, E.K. Darikulova

DEVELOPMENT OF DEEP LEARNING MODELS FOR FIRE SOURCES PREDICTION.....185

K. Momynzhanova, S.Pavlov, Sh. Zhumagulova

MATHEMATICAL MODELS AND PRACTICAL IMPLEMENTATION OF AN OPTICAL-ELECTRONIC EXPERT SYSTEM FOR GLAUCOMA DETECTION.....202

B.O. Mukhametzhanova, L.N. Kulbaeva, Z.B. Saimanova, E.K. Seipisheva, B.M. Sadanova

OPTIMIZATION AND INTEGRATION OF DOCKER TECHNOLOGY IN MODERN INFORMATION SYSTEMS.....218

A.R. Orazayeva, J.A. Tussupov, A.K. Shaikhanova, G.B. Bekeshova, A.D. Galymova

FUZZY EXPERT SYSTEM FOR ASSESSING DYNAMIC CHANGES IN BIOMEDICAL IMAGES OF BREAST CANCER TUMORS.....227

D. Oralbekova, O. Mamyrbayev, A. Akhmediyarova, D. Kassymova
USING KAZAKH NER DATASETS FOR MULTICLASS CLASSIFICATION IN THE LEGAL DOMAIN: A COMPARATIVE STUDY OF BERT, GPT, AND LSTM MODELS.....242

A. Ospanov, A.J. Pedro, T. Turymbetov, K. Dyussekeyev, A. Zhumadillayeva
ADVANCEMENTS IN ERP SYSTEMS THROUGH EMERGING

TECHNOLOGIES, MACHINE LEARNING AND HYBRID OPTIMIZATION TECHNIQUES.....	259
---	-----

**K. Rabbany, A. Bekarystankyzy, A. Shoiynbek, D. Kuanyshbay,
A. Mukhametzhanov**

DETECTION OF SUICIDAL TENDENCIES IN REDDIT POSTS USING MACHINE LEARNING.....	270
---	-----

A. Taukenova

PERSONALIZED ARCHITECTURE: CREATING UNIQUE SPACES WITH DIGITAL TECHNOLOGIES.....	283
---	-----

МАЗМҰНЫ

АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ә. Әбдіраман, Л. Алдашева, А. Закирова, Б. Мухаметжанова, И. Орман МОБИЛЬДІ КЕН ЖОЛАҚТЫ ЖЕЛІЛЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІНІҢ ЖАҒАНДЫҚ ТАЛДАУ: 5G ЕНГІЗУ ЖӘНЕ 6G БОЛАШАҚ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	5
Р.Е. Абдуалиева, Л.А. Смагулова, А.У. Елепбергенова БАҒДАРЛАМАЛАУДА СНАТGPT ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІ.....	17
А.Б. Абен, Н.М. Жунисов, Г.Н. Казбекова, А.Н. Аманов, А.А. Абибуллаева DEEPFAKE ЖАСАНДЫ ДАУЫСТЫ АНЫҚТАУ. LSTM ЖӘНЕ CNN МОДЕЛЬДЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІ САЛЫСТЫРУ.....	32
Ә.А. Айтқазина, Н.Ө. Жұмажан КҮНБАҒЫС ТҰҚЫМДАРЫН ЛАЗЕРМЕН ӨНДЕУГЕ АРНАЛҒАН БИОТЕХНИКАЛЫҚ ЖҮЙЕНІ ДАМУ.....	49
Г.И. Ақшолақ, А.А. Бедельбаев, Р.С. Мағазов KUBERNETES-ТІ ҚОРҒАУ: ОСАЛДЫҚТАРДЫ, ҚҰРАЛДАРДЫ ЖӘНЕ БОЛАШАҚ БАҒЫТТАРДЫ ТАЛДАУ.....	66
А.Т. Ақынбекова, А.А. Муханова, Salah Al-Majeed, Г.С. Алтаева ӘЛЕУМЕТТІК ПРОЦЕСТЕРДЕ ШЕШІМДЕР ҚАБЫЛДАУДЫҢ БҰЛДЫР МОДЕЛЬДЕРІН ЕНГІЗУ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	78
К.М. Алдабергенова, М.А. Кантурсева, А.Б. Касекеева, А.Ж. Ахметова, Т.Н. Есикова АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ӨНДІРІСІН ДАМУДА ЦИФРЛЫҚ ПЛАТФОРМАЛАР МЕН ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГТІ ҚОЛДАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ МЕН ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.....	93
А.С. Еримбетова, М.А. Сәмбетбаева, Э.Н. Дайырбаева, Б.Е. Сәкенов, У.Г. Бержанова ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ҚАЗАҚ ҰМ ТІЛІН ТАНУҒА АРНАЛҒАН МОДЕЛЬ ҚҰРУ.....	108

А.Н. Жидебаева, С.Т. Ахметова, А.О. Алиева, Б.О. Тастанбекова, Г.С. Шаймерденова ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІЛЕРДЕН DATA MINING АРҚЫЛЫ БЕЙӘДЕП СӨЗДЕРДІ АНЫҚТАУ ЖӘНЕ АЛДЫН АЛУҒА ШОЛУ.....	124
К.С. Иванов, Д.Т. Тулекенова ЖЫЛДАМДЫҚ БАЙЛАНЫСЫНЫҢ ҚОСЫМША КҮШІН ЕНГІЗУ АРҚЫЛЫ ҒАРЫШ АППАРАТЫНЫҢ БЕЙІМДЕЛГЕН ЖЕТЕК ҚОЗҒАЛЫСЫНЫҢ АЙҚЫНДЫЛЫҒЫН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ.....	136
М.Н. Калимолдаев, З.Д. Орманша, К.Б. Бегалиева, А.С. Айнагулова, А.О. Аукунова ФЕДЕРАТИВТІ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАЙТЫН АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ ӨНІМДЕРІН БАҚЫЛАУҒА АРНАЛҒАН БЛОКЧЕЙН МОДЕЛІ.....	151
И. Масырова, О.К. Джолдасбаев, С.К. Джолдасбаев, А. Болысбек, С.Т. Мамбетов УНИВЕРСИТЕТТЕН ТЫС ҰЙЫМДАРДА СТУДЕНТТЕРДІҢ ӨНДІРІСТІК ПРАКТИКАСЫ МЕН ТАҒЫЛЫМДАМАСЫН АВТОМАТТАНДЫРУ ЖҮЙЕСІ.....	168
А.Б. Мименбаева, Г.О. Исакова, Г.К. Бекмагамбетова, Ә.Б. Аруова, Е.Қ. Дәрікұлова ӨРТ КӨЗДЕРІН БОЛЖАУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ МОДЕЛЬДЕРІН ӘЗІРЛЕУ.....	185
К.Р. Момынжанова, С.В. Павлов, Ш.П. Жұмағұлова, М.Т. Тұңғышбаев ГЛАУКОМАНЫ АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН ОПТИКАЛЫҚ- ЭЛЕКТРОНДЫҚ САРАПТАМАЛЫҚ ЖҮЙЕНІҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІ МЕН ПРАКТИКАЛЫҚ ІСКЕ АСЫРЫЛУЫ.....	202
Б.О. Мухаметжанова, Л.Н. Кулбаева, З.Б. Сайманова, Э.К. Сейпишева, Б.М. Саданова ЗАМАНАУИ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕГІ DOCKER ТЕХНОЛОГИЯСЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ ИНТЕГРАЦИЯЛАУ.....	218
А.Р. Оразаева, Д.А. Тусупов, А.К. Шайханова, Г.Б. Бекешова, Ә.Д. Ғалымова СҮТ БЕЗІ ҚАТЕРЛІ ІСІГІ КЕЗІНДЕ БИОМЕДИЦИНАЛЫҚ КЕСКІНДЕРІНДЕГІ ДИНАМИКАЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРДІ БАҒАЛАУҒА АРНАЛҒАН АНЫҚ ЕМЕС САРАПТАМА ЖҮЙЕСІ.....	227

Д. Оралбекова, О. Мамырбаев, А. Ахмедиярова, Д. Қасымова ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕГІ NER ДЕРЕКТЕР ЖИНАҒЫН ҚҰҚЫҚТЫҚ САЛАДА КӨПСАНАТТЫ ЖІКТЕУ ҮШІН ПАЙДАЛАНУ: BERT, GPT ЖӘНЕ LSTM МОДЕЛЬДЕРІНІҢ САЛЫСТЫРМАЛЫ ЗЕРТТЕУІ.....	242
А. Оспанов, П. Алонсо-Жорда, Т. Тұрымбетов, К. Дүйсекеев, А. Жұмаділлаева ERP ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖЕТІЛДІРІЛУІ: ЗАМАНАУИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР, МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ЖӘНЕ ГИБРИДТІ ОПТИМИЗАЦИЯ ӘДІСТЕРІ.....	259
К. Раббани, А. Бекарыстанқызы, Д. Қуанышбай, А. Шойынбек, А. Мұхаметжанов МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ REDDIT ПОСТТАРЫНДАҒЫ СУИЦИДТІК ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫН АНЫҚТАУ.....	270
Ә. Таукенова ЖЕКЕЛЕНДІРІЛГЕН АРХИТЕКТУРА: ДИДЖИТАЛ ТЕХНОЛОГИЯЛАРМЕН ЕРЕКШЕ КЕҢІСТІКТЕР ЖАРАТУ.....	283

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

А. Абдираман, Л. Алдашева, А. Закирова, Б. Мухаметжанова, И. Орман ГЛОБАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОБИЛЬНОЙ ШИРОКОПОЛОСНОЙ СЕТИ: ВНЕДРЕНИЕ 5G И БУДУЩИЕ ЗАДАЧИ 6G.....	5
Р.Е. Абдуалиева, Л.А. Смагулова, А.У. Елепбергенова ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ SD-WAN В ПРОГРАММИРОВАНИИ.....	17
А.Б. Абен, Н.М. Жунисов, Г.Н. Казбекова, А.Н. Аманов, А.А. Абибуллаева ОБНАРУЖЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ГОЛОСА DEEPFAKE. СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕЛЕЙ LSTM И CNN.....	32
А.А. Айтказина, Н.О. Жумажан РАЗРАБОТКА БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА.....	49
Г.И. Акшолок, А.А. Бедельбаев, Р.С. Магазов ЗАЩИТА KUBERNETES: АНАЛИЗ УЯЗВИМОСТЕЙ, ИНСТРУМЕНТОВ И НАПРАВЛЕНИЙ НА БУДУЩЕЕ.....	66
А.Т. Акынбекова, А.А. Муханова, Salah Al-Majeed, Г.С. Алтаева ПРОБЛЕМЫ РЕАЛИЗАЦИИ НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ.....	78
К.М. Алдабергенова, М.А. Кантуреева, А.Б. Касекеева, А.Ж. Ахметова, Т.Н. Есикова ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ И ИНТЕРНЕТ-МАРКЕТИНГА В РАЗВИТИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	93
А.С. Еримбетова, М.А. Самбетбаева, Э.Н. Дайырбаева, Б.Е. Сакенов, У.Г. Бержанова СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ КАЗАХСКОГО ЖЕСТОВОГО ЯЗЫКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	108

- А.Н. Жидебаева, С.Т. Ахметова, А.О. Алиева, Б.О. Тастанбекова, Г.С. Шаймерденова**
ОБЗОР ОБНАРУЖЕНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОСКОРБИТЕЛЬНОЙ ЛЕКСИКИ С ПОМОЩЬЮ DATA MINING В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ....124
- К.С. Иванов, Д.Т. Тулекенова**
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛИМОСТИ ДВИЖЕНИЯ АДАПТИВНОГО ПРИВОДА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ПОМОЩЬЮ ВВЕДЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИЛЫ СКОРОСТНОЙ СВЯЗИ.....136
- М.Н. Калимолдаев, З.Д. Орманша, К.Б. Бегалиева, А.С. Айнагулова, А.О. Аукунова**
БЛОКЧЕЙН-МОДЕЛЬ ДЛЯ ОТСЛЕЖИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ С ПОДДЕРЖКОЙ ФЕДЕРАТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ.....151
- И. Масырова, О.К. Джолдасбаев, С.К. Джолдасбаев, А. Болысбек, С.Т. Мамбетов**
АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ И СТАЖИРОВКИ СТУДЕНТОВ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ВНЕ ВУЗА.....168
- А. Мименбаева, Г. Исакова, Г.К. Бекмагамбетова, А.Б. Аруова, Е.К. Дарикулова**
РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПОЖАРОВ.....185
- К.Р. Момынжанова, С.В. Павлов, Ш.П. Жумагулова, М.Т. Тунгушбаев**
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ГЛАУКОМЫ.....202
- Б.О. Мухаметжанова, Л.Н. Кулбаева, З.Б. Сайманова, Э.К. Сейпишева, Б.М. Саданова**
ОПТИМИЗАЦИЯ И ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ DOCKER В СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ.....218
- А.Р. Оразаева, Д.А. Тусупов, А.К. Шайханова, Г.Б. Бекешова, А.Д. Галымова**
НЕЧЕТКАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОЦЕНКИ ДИНАМИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В БИМЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ ОПУХОЛЕЙ ПРИ РАКЕ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ.....227

Д. Оралбекова, О. Мамырбаев, А. Ахмедиярова, Д. Касимова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАБОРОВ ДАННЫХ NER НА КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ ДЛЯ МУЛЬТИКЛАССИФИКАЦИИ В ПРАВОВОЙ СФЕРЕ: СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ BERT, GPT И LSTM.....	242
А. Оспанов, П. Алонсо-Жорда, Т. Турымбетов, К. Дюсекеев, А. Жумадилаева ПРОДВИЖЕНИЕ ERP СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ГИБРИДНЫХ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ.....	259
К. Раббани, А. Бекарыстанкызы, Д. Куанышбай, А. Шойынбек, А. Мухаметжанов ОБНАРУЖЕНИЕ СУИЦИДАЛЬНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ В ПУБЛИКАЦИЯХ НА REDDIT С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	270
А. Таукенова ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА: СОЗДАНИЕ УНИКАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ С ПОМОЩЬЮ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	283

**Publication Ethics and Publication Malpractice in
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://www.nauka-nanrk.kz)

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

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 20.03.2025.

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

20,0 п.л. Заказ 1.