

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ
ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION
AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

2025 (22) 2

сәуір - маусым

ISSN 2708–2032 (print)
ISSN 2708–2040 (online)

БАС РЕДАКТОР:

Исахов Асылбек Абдишимович — есептеу теориясы саласында математика бойынша PhD доктор, "Компьютерлік ғылымдар және информатика" бағыты бойынша қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Басқарма Төрағасы – Ректор (Қазақстан)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

Колесникова Катерина Викторовна — техника ғылымдарының докторы, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ғылыми-зерттеу қызметі жөніндегі проректор (Қазақстан)

ҒАЛЫМ ХАТШЫ:

Ипалакова Мадина Түлегеновна — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ғылыми-зерттеу қызметі жөніндегі департамент директоры (Қазақстан)

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

Разак Абдул — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті киберқауіпсіздік кафедрасының профессоры (Қазақстан)
Лучино Томмазо де Паолис — Саленто Университеті (Италия) инновация және технологиялық инжиниринг департаменті AVR зертханасының зерттеу және әзірлеу бөлімінің директоры

Лиз Бэкон — профессор, Абертей Университеті (Ұлыбритания) вице-канцлерінің орынбасары

Микеле Пагано — PhD, Пиза Университетінің (Италия) профессоры

Өтелбаев Мұхтарбай Өтелбайұлы — физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, КР ҰҒА академигі, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті математика және компьютерлік модельдеу кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Рысбайұлы Болатбек — физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, Есептеу және деректер ғылымдары департаментінің профессоры, Astana IT University (Қазақстан)

Дайнеко Евгения Александровна — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті ақпараттық жүйелер кафедрасының профессор-зерттеушісі (Қазақстан)

Дузаев Нуржан Токсужаевич — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті цифрландыру және инновациялар жөніндегі проректор (Қазақстан)

Синчев Бахтгерей Куспанович — техника ғылымдарының докторы, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті ақпараттық жүйелер кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Сейлова Нургуль Абдуллаевна — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті компьютерлік технологиялар және киберқауіпсіздік факультетінің деканы (Қазақстан)

Мұхамедиева Ардак Габитовна — экономика ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті бизнес медиа және басқару факультетінің деканы (Қазақстан)

Абдикаликова Замира Тұрсынбаевна — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті математика және компьютерлік модельдеу кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Шильдибеков Ерлан Жаржанович — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті экономика және бизнес кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Дамелия Максумовна Ескендиrowa — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті киберқауіпсіздік кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Ниязгулова Айгуль Аскарбековна — филология ғылымдарының кандидаты, доцент, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті медиакоммуникация және Қазақстан тарихы кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Айтмағамбетов Алтай Зуфарович — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті радиотехника, электроника және телекоммуникация кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Бахтиярова Елена Азизбековна — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті радиотехника, электроника және телекоммуникация кафедрасының меңгерушісі (Қазақстан)

Канибек Сансызбай — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті киберқауіпсіздік кафедрасының профессор-зерттеушісі (Қазақстан)

Тынымбаев Сахиябай — техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті компьютерлік инженерия кафедрасының профессор-зерттеушісі (Қазақстан)

Алимереб Али Абд — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті киберқауіпсіздік кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

Мохамед Ахмед Хамада — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті ақпараттық жүйелер кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

Янг Им Чу — PhD, Гачон университетінің профессоры (Оңтүстік Корея)

Талеуш Валдас — PhD, Адам Мицкевич атындағы (Польша) университеттің проректоры

Мамырбаев Оркен Жұмажанович — PhD, КР ҒЖБМ Ғылым комитеті ақпараттық және есептеу технологиялары институты ӨМК директорының ғылым жөніндегі орынбасары (Қазақстан)

Бушув Сергей Дмитриевич — техника ғылымдарының докторы, профессор, Украинаның "УКРНЕТ" жобаларды басқару қауымдастығының директоры, Киев ұлттық құрылыс және сәулет университеті жобаларды басқару кафедрасының меңгерушісі (Украина)

Белюшицкая Светлана Васильевна — техника ғылымдарының докторы, доцент, Astana IT University есептеу және деректер ғылымы кафедрасының профессоры (Қазақстан)

РЕДАКТОР:

Мрзабаева Раушан Жалиевна — магистр, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің редакторы (Қазақстан)

Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Меншік иесі: АҚ «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» (Алматы қ.).

Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігіне мерзімді баспасөз басылымын есепке қою туралы куәлік № KZ82VPY00020475, 20.02.2020 ж. берілген

Тақырып бағыты: ақпараттық технологиялар, ақпараттық қауіпсіздік және коммуникациялық технологиялар, әлеуметтік-экономикалық жүйелерді дамытудағы цифрлық технология.

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тираж: 100 дана.

Редакция мекенжайы: 050040 Алматы қ., Манас к., 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09.

E-mail: ijict@iitu.edu.kz

Журнал сайты: <https://journal.iitu.edu.kz>

© Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті АҚ, 2025

Журнал сайты: <https://journal.iitu.edu.kz> © Авторлар ұжымы, 2025

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Исахов Асылбек Абдиашимович — доктор PhD по математике в области теории вычислимости, ассоциированный профессор по направлению "Компьютерные науки и информатика", Председатель Правления – Ректор Международного университета информационных технологий (Казахстан)

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Колесникова Катерина Викторовна — доктор технических наук, профессор, проректор по научно-исследовательской деятельности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

Ипалакова Мадина Тулегеновна — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, директор департамента по научно-исследовательской деятельности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Разак Абдул — PhD, профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Лучио Томмазо де Паолис — директор отдела исследований и разработок лаборатории AVR департамента инноваций и технологического инжиниринга Университета Саленто (Италия)

Лиз Бэкон — профессор, заместитель вице-канцлера Университета Абертей (Великобритания)

Микеле Пагано — PhD, профессор Университета Пизы (Италия)

Отелбаев Мухтарбай Отелбайұлы — доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Рысбайұлы Болатбек — доктор физико-математических наук, профессор, профессор Astana IT University (Казахстан)

Дайнеко Евгения Александровна — PhD, профессор-исследователь кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Дузбаев Нуржан Токкужаевич — PhD, ассоциированный профессор, проректор по цифровизации и инновациям Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Синчев Бахтгерей Куспанович — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Сейлова Нургуль Абадуллаевна — кандидат технических наук, декан факультета компьютерных технологий и кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Мухамедиева Ардак Габитовна — кандидат экономических наук, декан факультета бизнеса медиа и управления Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Абдикаликова Замира Турсынбаевна — PhD, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Шильдибеков Ерлан Жаржанович — PhD, ассоциированный профессор, заведующий кафедрой экономики и бизнеса Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Дамеля Максумовна Ескендирова — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Ниязгулова Айгуль Аскарбековна — кандидат филологических наук, доцент, профессор, заведующая кафедрой медиакоммуникации и истории Казахстана Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Айтмагамбетов Алтай Зуфарович — кандидат технических наук, профессор кафедры радиотехники, электроники и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Бахтиярова Елена Ажибековна — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, заведующая кафедрой радиотехники, электроники и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Канибек Сансызбай — PhD, ассоциированный профессор, профессор-исследователь кафедры кибербезопасности, Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Тынымбаев Сахиябай — кандидат технических наук, профессор, профессор-исследователь кафедры компьютерной инженерии, Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Алмисреб Али Абд — PhD, ассоциированный профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Мохамед Ахмед Хамада — PhD, ассоциированный профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Янг Им Чу — PhD, профессор университета Гачон (Южная Корея)

Талеуш Валлас — PhD, проректор университета имен Адама Мицкевича (Польша)

Мамырбаев Оркен Жумажанович — PhD, заместитель директора по науке РГП Института информационных и вычислительных технологий Комитета науки МНВО РК (Казахстан)

Бушуев Сергей Дмитриевич — доктор технических наук, профессор, директор Украинской ассоциации управления проектами «УКРНЕТ», заведующий кафедрой управления проектами Киевского национального университета строительства и архитектуры (Украина)

Белошницкая Светлана Васильевна — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры вычислений и науки о данных Astana IT University (Казахстан)

РЕДАКТОР:

Мрзабаева Раушан Жалиевна — магистр, редактор Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Международный журнал информационных и коммуникационных технологий

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Собственник: АО «Международный университет информационных технологий» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Министерство информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ82VPY00020475, выданное от 20.02.2020 г.

Тематическая направленность: информационные технологии, информационная безопасность и коммуникационные технологии, цифровые технологии в развитии социально-экономических систем.

Периодичность: 4 раза в год.

Тираж: 100 экземпляров.

Адрес редакции: 050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09.

E-mail: ijict@iitu.edu.kz

Сайт журнала: <https://journal.iitu.edu.kz>

© АО Международный университет информационных технологий, 2025

© Коллектив авторов, 2025

EDITOR-IN-CHIEF

Assylbek Issakhov — PhD in Mathematics in Computability Theory, associate professor in “Computer Science and Informatics,” Chairman of the Board – Rector of the International Information Technology University (Kazakhstan)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Kateryna Kolesnikova — Doctor of Technical Sciences, professor, Vice-Rector for Research, International Information Technology University (Kazakhstan)

ACADEMIC SECRETARY

Madina Ipalakova — Candidate of Technical Sciences, associate professor, Director of the Research Department, International Information Technology University (Kazakhstan)

EDITORIAL BOARD

Abdul Razak — PhD, professor, Department of Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Lucio Tommaso De Paolis — Director of the R&D Department of the AVR Laboratory, Department of Engineering for Innovation, University of Salento (Italy)

Liz Bacon — Professor, Deputy Vice-Chancellor, Abertay University (United Kingdom)

Michele Pagano — PhD, Professor, University of Pisa (Italy)

Mukhtarbay Otelbayev — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, professor of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

Bolatbek Rysbauly — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, professor, professor of the Department of Computing and Data Science, Astana IT University (Kazakhstan)

Yevgeniya Daineko — PhD, research professor, Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Nurzhhan Duzbayev — PhD, associate professor, Vice-Rector for Digitalization and Innovation, International Information Technology University (Kazakhstan)

Bakhtgerci Sinchev — Doctor of Technical Sciences, professor, Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Nurgul Seilova — Candidate of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Computer Technologies and Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Ardak Mukhamediyeva — Candidate of Economic Sciences, Dean of the Faculty of Business, Media and Management, International Information Technology University (Kazakhstan)

Zamira Abdikalikova — PhD, associate professor, Head of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

Yerlan Shildibekov — PhD, associate professor, Head of the Department of Economics and Business, International Information Technology University (Kazakhstan)

Damilya Yeskendiroya — Candidate of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Aigul Niyazgulova — Candidate of Philological Sciences, Professor, Head of the Department of Media Communications and History of Kazakhstan, International Information Technology University (Kazakhstan)

Altai Aitmagambetov — Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, International Information Technology University (Kazakhstan)

Yelena Bakhtiyarova — Candidate of Technical Sciences, associate professor, Head of the Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, International Information Technology University (Kazakhstan)

Kanibek Sansyzbay — PhD, research professor, Department of Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Sakhybay Tynymbayev — Candidate of Technical Sciences, Professor, Research Professor, Department of Computer Engineering, International Information Technology University (Kazakhstan)

Ali Abd Almisreb — PhD, associate professor, Department of Cybersecurity, International Information Technology University (Kazakhstan)

Mohamed Ahmed Hamada — PhD, associate professor, Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Yang Im Chu — PhD, Professor, Gachon University (South Korea)

Tadeusz Wallas — PhD, Vice-Rector, Adam Mickiewicz University (Poland)

Orken Mamyrbayev — PhD, Deputy Director for Science, RSE Institute of Information and Computational Technologies, Committee for Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Kazakhstan)

Sergey Bushuyev — Doctor of Technical Sciences, professor, Director of the Ukrainian Project Management Association “UKRNET,” Head of the Department of Project Management, Kyiv National University of Construction and Architecture (Ukraine)

Svetlana Beloshitskaya — Doctor of Technical Sciences, professor, Department of Computing and Data Science, Astana IT University (Kazakhstan)

EDITOR

Raushan Mrzabayeva — Master of Science, editor, International Information Technology University (Kazakhstan)

«International Journal of Information and Communication Technologies»

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Owner: International Information Technology University JSC (Almaty).

The certificate of registration of a periodical printed publication in the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan, Information Committee No. KZ8ZVPY00020475, issued on 20.02.2020.

Thematic focus: information technology, digital technologies in the development of socio-economic systems, information security and communication technologies

Periodicity: 4 times a year.

Circulation: 100 copies.

Editorial address: 050040. Manas st. 34/1, Almaty. +7 (727) 244-51-09. E-mail: ijict@iitu.edu.kz

Journal website: <https://journal.iitu.edu.kz>

© International Information Technology University JSC, 2025

© Group of authors, 2025

МАЗМҰНЫ

М.Ж. Айтимов, К.К. Макулов, А.Б. Остаева, Г.Ш. Мусагулова, Я. Култан АЙМАҚТЫҚ ДАМУҒА ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӨСЕРІН ЗЕРТТЕУ ҮШІН ГИБРИДТІ МОДЕЛЬДІ ҚОЛДАНУ.....	8
А.С. Баегизова, Г.Е. Мырзабекова, А.З. Алимагамбетова, Г.И. Мухамедрахимова, М. Кассим ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ КЛАСТЕРЛЕУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ҚЫСҚА МӘТІНДЕРДІ ТАЛ ДАУ.....	23
Г.У. Бектемісова, А.А. Быков, Б.А. Нурашихин, А.А. Кереш, М.О. Даулетбек КОМПЬЮТЕРЛІК КӨРУ ЖӘНЕ МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ НЕГІЗІНДЕ ҚҰРЫЛЫС ПРОЦЕСТЕРІН БАҚЫЛАУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕСІН ӨЗІРЛЕУ ЖӘНЕ СЫНАУ	37
Д. Еділхан, Н. Хаймульдин, Д. Оспанова, Б. Амиргалиев БАРЛЫҚ КӨШЕЛЕРДІ ҚОЗҒАЛЫС ШЕКТЕУЛЕРІМЕН ҚАМТУҒА АРНАЛҒАН ОҢТАЙЛЫ МАРШРУТТЫ ТАБУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ МОДЕЛІ.....	57
А. Игнатович, А.С. Есенгельдина, Л.Т. Курмангазиева, С.Р. Шармұханбет, М.У. Худойберганов МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ КӨМЕГІМЕН ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ СОТ ШЕШІМДЕРІН БОЛЖАУҒА АРНАЛҒАН ДЕРЕКТЕРДІ ҚҰРУ.....	75
А.Х. Касымова, Г.Б. Абдикеримова, А.К. Асабай, А.Б. Серикбаева, С.М. Ахмедова БЕЙНЕ АҒЫНДАРЫНДА ҚОЗҒАЛАТЫН ОБЪЕКТІЛЕРДІ АНЫҚТАУ ҮШІН НАҚТЫ УАҚЫТТАҒЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ.....	91
С.К. Кумаргажанова, Д. Нұрлыбекова, А.С. Тлебалдинова, М.А. Карменова, С.А. Смаилова ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ ҚАР КӨШКІНІ АЙМАҚТАРЫН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСІ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ.....	115
С.Б. Муханов, К. Бекболат, Н.А. Сейлова, Ж.М. Бекаулова, С.Ж. Жакыпбеков САУДА ЖҮПТАРЫНДАҒЫ КРИПТОВАЛЮТА БАҒАСЫНЫҢ ҚҰБЫЛМАЛЫЛЫҒЫН БОЛЖАУҒА АРНАЛҒАН НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІ МОДЕЛЬДЕРІН САЛЫСТЫРУ.....	130
Н.А. Оданова, К.Б. Багитова, Э.Э. Эльдарова, Ж.Т. Қабылхамит, Л.Терейковская АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК САЛАСЫНДА ПЕРНЕТАҚТАДА ТЕРУ ҮЛГІСІН ТАЛДАУҒА АРНАЛҒАН НЕЙРОЖЕЛІЛІК МОДЕЛЬДЕРДІ ҚОЛДАНУ.....	142
А.С. Сраж, М. Нұртас, А.А. Алтайбек, З.Т. Абдикаликова НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕР МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕУ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ.....	154
А.М. Темірхан, Г.Н. Пашенко БАНКТЫҚ АЛАЯҚТЫҚТЫ АНЫҚТАУДАҒЫ ГРАФТЫҚ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕР: ӘДІСТЕРДІ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ	174
Е.Б. Тулебаев, А.А. Муханова, Н. Горанин МУНИЦИПАЛДЫҚ АКТИВТЕРДІҢ ТӘУЕКЕЛДЕРІН БОЛЖАУ: МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ЖАС, ТОЗУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ ҚАРҚЫНДЫЛЫҒЫ НЕГІЗІНДЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ШЕШІМДЕРІН МОДЕЛЬДЕУ.....	186
С. Тынымбаев, Ж.Е. Темирбекова, Р.Ш. Бердибаев, С.Е. Маманова ТӨРТ РАЗРЯДТЫ ЕКІЛІК ПАРАЛЛЕЛЬ ТАСЫМАЛДАҒЫШЫ БАР ҚОСЫНДЫЛАРДЫ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....	200
Б.М. Укибасов, С.Б. Рахметулаева, Ж.О. Жанабеков, Ансар-уль-Хак Ясар ЭХОКАРДИОГРАММАЛАРДАҒЫ АҚАУЛАРДЫ ДИАГНОСТИКАЛАУ ҮШІН БЕТТІ АНЫҚТАУ ЖӘНЕ ТАНУ ҮЛГІЛЕРІН БЕЙІМДЕУ.....	214
Д.И. Усипбекова, М.Б. Есенова, Н. Ұзаққызы, Р. Муратхан, П. Шмидт МАММОГРАФИЯЛЫҚ СУРЕТТЕРДЕ СҮТ БЕЗІ ҚАТЕРЛІ ІСІГІН ДӨЛ АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН БЕЛГІЛЕР ВЕКТОРЫН ҚҰРУ.....	235

СОДЕРЖАНИЕ

М.Ж. Айтимов, К.К. Макулов, А.Б. Остаева, Г.Ш. Мусагулова, Я. Култан ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ.....	8
А.С. Баегизова, Г.Е. Мырзабекова, А.З. Алимагамбетова, Г.И. Мухамедрахимова, М. Кассим АНАЛИЗ КОРОТКИХ ТЕКСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ КЛАС- ТЕРИЗАЦИИ.....	23
Г.У. Бектемысова, А.А. Быков, Б.А. Нурашихин, А.А. Кереш, М.О. Даулетбек РАЗРАБОТКА И ТЕСТИРОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И МАШИННОГО ОБУЧ- ЕНИЯ.....	37
Д. Едилхан, Н. Хаймульдин, Д. Оспанова, Б. Амиргалиев ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА ПОКРЫТИЯ ВСЕХ УЛИЦ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ ПО ПЕРЕМЕЩЕНИЯМ.....	57
А. Игнатович, А.С. Есенгельдина, Л.Т. Курмангазиева, С.Р. Шармуханбет, А.М. Недзьведь ГЕНЕРАЦИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СУДЕБНЫХ РЕШЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	75
А.Х. Касымова, Г.Б. Абдикеримова, А.К. Асабай, А.Б. Серикбаева, С.М. Ахмедова МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ В ВИДЕОПОТОКАХ.....	91
С.К. Кумаргажанова, Д. Нурлыбекова, А.С. Тлебалдинова, М.А. Карменова, С.А. Смаилова ВЫЯЛЕНИЕ ЛАВИНООПАСНЫХ ЗОН В ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	115
С.Б. Муханов, К. Бекболат, Н.А. Сейлова, Ж.М. Бекаулова, С. Ж. Жакыпбеков СРАВНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЛАТИЛЬНОСТИ ЦЕН КРИПТОВАЛЮТ В ТОРГОВЫХ ПАРАХ.....	130
Н.А. Оданова, К.Б. Багитова, Э.Э. Эльдарова, Ж.Т. Кабылхамит, Л. Терейковская ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА КЛАВИАТУРНОГО ПОЧЕРКА В ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	142
А.С. Сраж, М. Нуртас, А.А. Алтайбек, З.Т. Абдикаликова НЕЙРОННЫЕ СЕТИ КАК ИНСТРУМЕНТ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....	154
А.М. Темирхан, Г.Н. Пашенко ГРАФОВЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ МОШЕННИЧЕСТВА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ.....	174
Е.Б. Тулебаев, А.А. Муханова, Н. Горанин ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА РИСКОВ МУНИЦИПАЛЬНЫХ АКТИВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ: МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗРАСТА, ИЗНОСА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ.....	186
С. Тынымбаев, Ж.Е. Темирбекова, Р.Ш. Бердибаев, С.Е. Маманова СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧЕТЫРЕХРАЗЯДНЫХ ДВОИЧНЫХ СУММАТОРОВ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ ПЕРЕНОСАМИ.....	200
Б.М. Укибасов, С.Б. Рахметулаева, Ж.О. Жанабеков, Ансар-уль-Хак Ясар АДАПТАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОБНАРУЖЕНИЯ И РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ДЕФЕКТОВ НА ЭХОКАРДИОГРАММАХ.....	214
Д.И. Усипбекова, М.Б. Есенова, Н. Узаккызы, Р. Мурадхан, П. Шмидт ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕКТОРА ПРИЗНАКОВ ДЛЯ ТОЧНОГО ВЫЯВЛЕНИЯ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ МАММОГРАММЫ.....	235

CONTENTS

M. Aitimov, K. Makulov, A. Ostayeva, G. Mussagulova, J. Kultan APPLICATION OF A HYBRID MODEL TO STUDY THE IMPACT OF SOCIO-ECONOMIC FACTORS ON REGIONAL DEVELOPMENT.....	8
A. Bayegizova, G. Murzabekova, A. Alimagambetova, G. Mukhamedrakhimova, M. Kassim INTELLIGENT CLUSTERING METHODS FOR PROCESSING AND ANALYZING SHORT TEXTS.....	23
G.U. Bektemysova, A.A. Bykov, B.A. Norashikin, A.A. Keresh, M.O. Dauletbek DEVELOPMENT AND TESTING OF AN INTELLIGENT MONITORING SYSTEM FOR CONSTRUCTION PROCESSES BASED ON COMPUTER VISION AND MACHINE LEARNING.....	37
D. Yedilkhan, N. Khaimuldin, D. Ospanova, B. Amirgaliyev INTELLIGENT MODEL FOR FINDING THE OPTIMAL ROUTE TO COVER ALL STREETS WITH MOVEMENT CONSTRAINTS.....	57
A. Ignatovich, A.S. Yesengeldina, L.T. Kurmangazyeva, S.R. Sharmukhanbet, A.M. Nedzved SIGNIFICANT FACTORS ANALYSIS USING SHAP AND PCA FOR OPTIMIZING AGRICULTURAL RESOURCE MANAGEMENT.....	75
A. Kassymova, G. Abdikerimova, A. Assabay, A. Serikbayeva, S. Akhmedova REAL-TIME MATHEMATICAL MODELING FOR MOVING OBJECT DETECTION IN VIDEO STREAMS.....	91
S.K. Kumargazhanova, D. Nurlybekova, A.S. Tlebaldinova, M.A. Karmenova, S.S. Smailova FINDING AVALANCHE AREAS IN EAST KAZAKHSTAN USING MACHINE LEARNING.....	115
S.B. Mukhanov, K. Bekbolat, N.A. Seilova, Zh.M. Bekaulova, S.Zh. Zhakypbekov COMPARISON OF NEURAL NETWORK MODELS FOR PREDICTION CRYPTOCURRENCY PRICE VOLATILITY IN TRADING PAIRS.....	130
N. Odanova, K. Bagitova, E. Eldarova, Zh. Kabylkhamit, L. Tereikovska APPLICATION OF NEURAL NETWORK MODELS FOR KEYSTROKE DYNAMICS ANALYSIS IN INFORMATION SECURITY.....	142
A.S. Srazh, M. Nurtas, A.A. Altaibek, Z.T. Abdikalikova EURAL NETWORKS AS A TOOL FOR MATHEMATICAL COMPUTATION.....	154
A.M. Temirkhan, G.N. Pachshenko GRAPH NEURAL NETWORKS FOR FRAUD DETECTION: COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS.....	174
Y.B. Tulebayev, A.A. Mukhanova, N. Goranin PREDICTIVE RISK ASSESSMENT OF MUNICIPAL ASSETS USING MACHINE LEARNING: MODELING AGE, DEPRECIATION, AND USAGE FOR MAINTENANCE DECISIONS.....	186
S. Tynymbayev, Zh. E. Temirbekova, R. Berdibayev, E.S. Mamanova COMPARATIVE ANALYSIS OF FOUR-BIT BINARY ADDERS WITH PARALLEL CARRIES.....	200
B.M. Ukibassov, S.B. Rakhmetulayeva, Zh.O. Zhanabekov, Ansar-Ul-Haque Yasar ADAPTING FACE DETECTION AND RECOGNITION MODELS FOR ECHOCARDIOGRAPHIC DEFECT DIAGNOSIS.....	214
D. Ussipbekova, M. Yessenova, N. Uzakkyzy, R. Muratkhan, P. Schmidt DETERMINATION OF SIGNS VECTOR FOR ACCURATE DETECTION OF BREAST CANCER IN MAMMOGRAM IMAGES.....	235

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

INFORMATION TECHNOLOGY

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 6. Is. 1. Number 22 (2025). Pp. 8–22

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz>

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.22.2.001>

УДК 004.931

APPLICATION OF A HYBRID MODEL TO STUDY THE IMPACT OF SOCIO-ECONOMIC FACTORS ON REGIONAL DEVELOPMENT

M. Aitimov¹, *K. Makulov², A. Ostayeva¹, G. Mussagulova¹, J. Kultan³

¹Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan;

²Caspian University of Technologies and Engineering named after. Sh. Yessenov, Aktau, Kazakhstan;

³University of Economics, Bratislava, Slovakia.

E-mail: kaiyrbek.makulov@yu.edu.kz

Aitimov M. — PhD, senior lecturer, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: aitimovmurat07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>;

Makulov K. — PhD, associate professor, «The Department of Computer Science», Caspian University of Technologies and Engineering named after. Sh. Yessenov, Aktau, Kazakhstan

E-mail: kaiyrbek.makulov@yu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0826-0371>;

Ostayeva A. — Candidate of Pedagogical Sciences, senior lecturer, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: aimak73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3361-2022>;

Mussagulova G. — senior lecturer, «The Department of Informatics and Information and Communication Technologies», Institute of Natural Sciences, Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

E-mail: erkegulia@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0911-2688>;

Jaroslav K. — associate professor, University of Economics, Bratislava, Slovakia

E-mail: bar@ict.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6068-9784>.

© M. Aitimov, K. Makulov, A. Ostayeva, G. Mussagulova, J. Kultan, 2025

Abstract. This article presents a hybrid model that combines correlation analysis, principal component analysis (PCA), and fuzzy logic to assess factors affecting regional socio-economic development. The model assesses their impact on regional development, taking into account the complex relationships between factors such as population, employment, and fixed capital investments. Basic data: population –

431,192 people, average monthly wage – 2,658,658 tenge, investments – 1,646,258 tenge, employed – 1,929 thousand people. The hybrid model enables a highly accurate assessment of the impact of each factor. The results of the study showed a positive impact of population (coefficient 3.28) and investments (coefficient 3.44) on regional processes. The proposed model enables accurate determination of factor impacts and paves the way for enhancing regional development strategies through data-driven insights.

Key words: Hybrid model, socio-economic factors, correlation analysis, machine learning, artificial intelligence

For citation: M. Aitimov, K. Makulov, A. Ostayeva, G. Mussagulova, J. Kultan. Application of a hybrid model to study the impact of socio-economic factors on regional development//International journal of information and communication technologies. 2025. Vol. 6. No. 22. Pp. 8–22 (In Kaz.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.22.2.001>.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

АЙМАҚТЫҚ ДАМУҒА ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ФАКТОРЛАРДЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ ҮШІН ГИБРИДТІ МОДЕЛЬДІ ҚОЛДАНУ

*М.Ж. Айтимов¹, *К.К. Макулов², А.Б. Остаева¹, Г.Ш. Мусагулова¹,
Я. Култан³*

¹ Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан;

²Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті,
Ақтау, Қазақстан;

³Экономикалық университет, Братислава, Словакия.

E-mail: kaiyrbek.makulov@yu.edu

Айтимов М. — PhD, аға оқытушы, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті Қызылорда, Қазақстан Республикасы

E-mail: aitimovmurat07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>;

Макулов К. — экономика ғылымдарының кандидаты, Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университетінің «Компьютерлік ғылымдар кафедрасының» қауымдастырылған профессор м.а., Ақтау, Қазақстан Республикасы

E-mail: kaiyrbek.makulov@yu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0826-0371>;

Остаева А. — педагогика ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті Қызылорда, Қазақстан Республикасы

E-mail: aimak73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3361-2022>;

Мусагулова Г. — «Информатика және аппараттық коммуникациялық технологиялар» кафедрасының аға оқытушысы, жаратылыстану институты, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, Қазақстан Республикасы

E-mail: erkegulia@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0911-2688>;

Ярослав К. — қауымдастырылған профессор, Экономикалық университет, Братислава, Словакия

E-mail: bar@ict.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6068-9784>.

© М.Ж. Айтимов, К.К. Макулов, А.Б. Остаева, Г.Ш. Мусагулова, Я. Култан, 2025

Аннотация. Бұл мақалада өңірлік әлеуметтік-экономикалық дамуға әсер ететін факторларды бағалау үшін корреляциялық талдау, негізгі компоненттерді талдау (РСА) және бұлыңғыр логиканы біріктіретін гибриді модель ұсынылады. Модель халық саны, жұмыспен қамту, негізгі капиталға инвестициялар сияқты факторлар арасындағы күрделі байланыстарды ескере отырып, олардың өңірлік дамуға ықпалын бағалайды. Негізгі деректер: халық саны – 431 192 адам, орташа айлық жалақы – 2 658 658 теңге, инвестициялар – 1 646 258 теңге, жұмыспен қамтылғандар – 1 929 мың адам. Гибриді модель әрбір фактордың ықпалын жоғары дәлдікпен бағалауға мүмкіндік берді. Зерттеу нәтижелері халық саны (коэффициенті 3,28) мен инвестициялардың (коэффициенті 3,44) өңірлік үдерістерге оң әсерін көрсетті. Ұсынылған модель факторлардың ықпалын дәл анықтауға мүмкіндік беріп, өңірлік даму стратегияларын деректерге негіздей отырып жетілдіруге жол ашады.

Түйін сөздер: Гибриді модель, әлеуметтік-экономикалық факторлар, корреляциялық талдау, машиналық оқыту, жасанды интеллект

Дәйексөздер үшін: М.Ж. Айтимов, К.К. Макулов, А.Б. Остаева, Г.Ш. Мусагулова, Я. Култан. Аймақтық дамуға әлеуметтік-экономикалық факторлардың әсерін зерттеу үшін гибриді модельді қолдану//Халықаралық ақпараттық және коммуникалық технологиялар журналы. 2025. Т. 6. No. 22. 8–22 бет. (қазақ тілінде). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.22.2.001>.

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

*М.Ж. Айтимов¹, *К.К. Макулов², А.Б. Остаева¹, Г.Ш. Мусагулова¹,
Я. Култан³*

¹Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан;

²Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова, Актау, Казахстан;

³Экономический университет, Братислава, Словакия

E-mail: kaiyrbek.makulov@yu.edu

Айтимов М. — PhD, старший преподаватель, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

E-mail: aitimovmurat07@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8397-8914>.

Макулов К. — кандидат экономических наук, и.о. ассоциированного профессора, «Кафедра компьютерных наук», Каспийский университет технологий и инжиниринга имени Ш. Есенова, Актау, Казахстан

E-mail: kaiyrbek.makulov@yu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-0826-0371>

Остаева А. — кандидат педагогических наук, старший преподаватель, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан



E-mail: aimak73@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3361-2022>

Мусагулова Г. — старший преподаватель, «Кафедра информатики и информационно-коммуникационных технологий», институт естествознания, Кызылординский университет имени КоркытАта, Кызылорда, Казахстан

E-mail: erkegulia@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0911-2688>.

Ярослав К. — ассоциированный профессор, Экономический университет, Братислава, Словакия

E-mail: bar@ict.nsc.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6068-9784>.

© М.Ж. Айтимов, К.К. Макулов, А.Б. Остаева, Г.Ш. Мусагулова, Я. Култан, 2025

Аннотация. В данной статье представлена гибридная модель, объединяющая корреляционный анализ, анализ главных компонент (РСА) и нечеткую логику для оценки факторов, влияющих на региональное социально-экономическое развитие. Модель оценивает их влияние на региональное развитие, принимая во внимание сложные взаимосвязи между такими факторами, как численность населения, занятость и инвестиции в основной капитал. Исходные данные: численность населения – 431 192 человека, среднемесячная заработная плата – 2 658 658 тенге, инвестиции – 1 646 258 тенге, занятые – 1 929 тыс. человек. Гибридная модель позволила с высокой точностью оценить влияние каждого фактора. Результаты исследования показали положительное влияние численности населения (коэффициент 3,28) и инвестиций (коэффициент 3,44) на региональные процессы. Предложенная модель позволяет точно определить влияние факторов и открывает путь к совершенствованию стратегий регионального развития на основе данных.

Ключевые слова. Гибридная модель, социально-экономические факторы, корреляционный анализ, машинное обучение, искусственный интеллект.

Для цитирования: М.Ж. Айтимов, К.К. Макулов, А.Б. Остаева, Г.Ш. Мусагулова, Я. Култан. Применение гибридной модели для изучения влияния социально-экономических факторов на региональное развитие // Международный журнал информационных и коммуникационных технологий. 2025. Т. 6. No. 22. Стр. 8–22. (На англ.). <https://doi.org/10.54309/IJCT.2025.22.2.001>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Кіріспе

Гибридті деректерді талдау модельдері әртүрлі салаларда, әсіресе әлеуметтік-экономикалық зерттеулерде күрделі үдерістерді зерттеу және болжау үшін қуатты құрал болып табылады (Raman et. al., 2024; Akintuyi et. al., 2024; Huo et. al., 2024;). Олар бірнеше талдау әдістерін, соның ішінде корреляциялық талдау, негізгі компоненттер талдауы (РСА) және бұлыңғыр логиканы біріктіреді. Бұл комбинация көптеген факторларды және олардың өзара әрекеттесуін ескеруге мүмкіндік береді. Қазіргі заманғы жағдайларда зерттелетін үдерістер барған сайын күрделеніп, динамикалық сипатқа ие болғандықтан, ги-



бридті модельдер (Tussupov et. al., 2024; Wijayanti et. al., 2024;) дәл және сенімді қорытындылар алу үшін таптырмас құралға айналуға. Зерттеудің мақсаты – өңірде болып жатқан негізгі үдерістерге әртүрлі әлеуметтік-экономикалық факторлардың ықпалын бағалау. Мысалы, халық саны, жұмыспен қамту деңгейі, инвестициялар және қылмыс көрсеткіштері (Reddy et. al., 2024; El-Kenawy et. al., 2024;) экономикалық және әлеуметтік үдерістерге әртүрлі әсер етеді. Алайда, олардың ықпалы әрқашан біржақты бола бермейді және басқа айнымалыларға байланысты өзгеруі мүмкін. Дәстүрлі талдау әдістері, әдетте, мұндай күрделі тәуелділіктерді толықтай ескере алмайды, сондықтан гибриді тәсіл осы өзара байланыстарды дәлірек бағалауға мүмкіндік береді, бұл ретте сандық және сапалық деректерді өңдеу әдістерін қолданады. Гибриді модельдердің негізгі артықшылықтарының бірі – айнымалылар арасындағы сызықты емес тәуелділіктерді ескеру қабілеті, бұл әсіресе әлеуметтік және экономикалық жүйелерді зерттеуде маңызды. Көп жағдайда дәстүрлі әдістер, мысалы, сызықтық регрессия, күрделі және көп өлшемді тәуелділіктерді тиімді түрде сипаттай алмайды. Мұндай жағдайларда бұлыңғыр логика әдістері таптырмас құралға айналады, өйткені олар нақты деректерде жиі кездесетін анықсыздықтар мен екіұштылықтарды (Yang et. al., 2024; Zhao et. al., 2024;) модельдей алады.

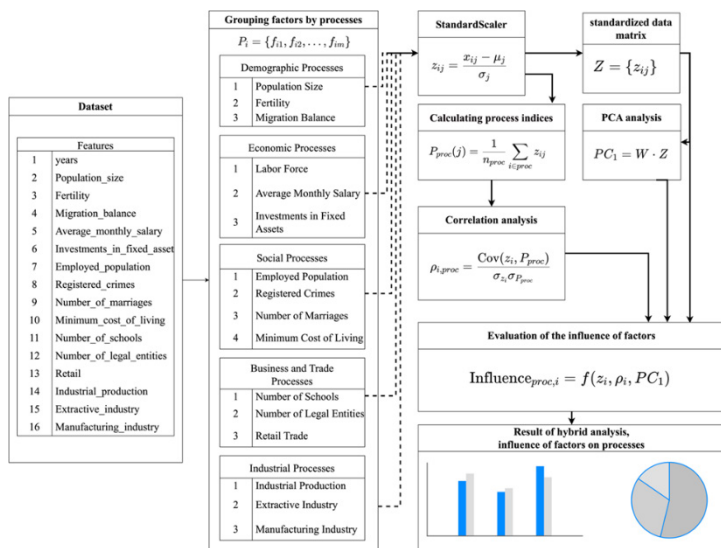
Бұл зерттеудің мақсаты – барлық осы аспектілерді ескеретін және әлеуметтік-экономикалық үдерістерге әсер ететін факторларды талдауға мүмкіндік беретін гибриді модель құру. Бұл жұмыста біз факторлар (Kamraj et. al., 2024;) мен үдерістер арасындағы тәуелділіктерді анықтау үшін корреляциялық талдауды, деректердің өлшемдігін азайту үшін негізгі компоненттер талдауын (PCA) (Ingio et. al., 2024;) және белгісіз әрі күрделі байланыстарды (Xiong et. al., 2024;) модельдеу үшін бұлыңғыр логиканы (Barzani et. al., 2024;) қолдандық. Бұл әдістер біртұтас модельге біріктіріліп, әлеуметтік-экономикалық үдерістерге факторлардың ықпалын кешенді бағалауға мүмкіндік берді.

Зерттеудің өзектілігі қазіргі әлеуметтік және экономикалық үдерістер әртүрлі факторлардың күрделі өзара тәуелділігімен сипатталатындығында, олар ішкі және сыртқы жағдайлардың әсерінен өзгеруі мүмкін. Мысалы, халық санының өзгеруі көші-қон, туу және өлім көрсеткіштері, экономикалық жағдай, сондай-ақ жұмыс орындарының және әлеуметтік қызметтердің қолжетімділігіне байланысты болуы мүмкін. Сонымен қатар, бұл факторлардың әсері әрқашан сызықты емес және оңай болжанбайды, бұл дәстүрлі әдістерді қолдана отырып сандық модельдеуде қиындықтар туындатады. Бұлыңғыр логиканы қолдану (Hammoumi et. al., 2024;) деректер толық немесе нақты болмаған, сондай-ақ факторлардың ықпалы көпқырлы болған жағдайларда белгісіздік пен бұлыңғыр шекараларды модельдеуге мүмкіндік береді.

Әдістер мен материалдар

Өңірде болып жатқан әлеуметтік-экономикалық факторлар мен үдері-

стер арасындағы байланыстарды терең талдау және анықтау үшін дәстүрлі статистикалық әдістермен қатар заманауи есептеу тәсілдерін де қолдануға болады. Олардың ішінде машиналық оқыту әдістері (Faloye et. al., 2024;) және терең деректерді талдау әдістері бар. Бұл зерттеуде әртүрлі әдістер қолданылып, олардың әрқайсысы жалпы модельде белгілі бір рөл атқарды. 1-суретте экономикалық, демографиялық және басқа да салалардағы үдерістерге факторлардың әсерін талдау үшін қолданылатын гибриді модель алгоритмі көрсетілген. Ол деректерді стандарттаудан бастап бұлыңғыр логика моделін құруға дейінгі бірнеше деректерді өңдеу кезеңдерін қамтиды.



Сур. 1. Факторлардың процестерге әсерін талдауға арналған гибриді модель

1-қадам. Деректерді жүктеу. Жүктелген деректер әртүрлі үдерістердің түрлі аспектілерін көрсететін факторларды қамтиды. Талдауға енгізілгендер:

- Демографиялық үдерістер: халық саны, туу коэффициенті және көші-қон балансы.
- Экономикалық үдерістер: жұмыс күші, орташа айлық жалақы және негізгі капиталға салынған инвестициялар.
- Әлеуметтік үдерістер: жұмыспен қамту деңгейі, тіркелген қылмыстар саны, некелер саны және өмір сүру құны.
- Кәсіпкерлік және сауда үдерістері: мектептер саны, заңды тұлғалар саны және бөлшек сауда көлемі.
- Өнеркәсіптік үдерістер: өнеркәсіптік өндіріс көлемі, тау-кен өндірісі және өңдеу өнеркәсібі.

Әрбір фактор тиісті үдерісті индекстеуге қатысады.

2-қадам. Деректерді стандарттау. Деректер StandardScaler алгоритмі арқылы нормализацияланады, осылайша әрбір фактордың орташа мәні нөлге

тең болып, стандартты ауытқуы бірге теңестіріледі. Бұл кейінгі талдаулардың, мысалы, негізгі компоненттер талдауы (РСА) және корреляциялық талдау үшін дұрыс орындалуын қамтамасыз ету үшін қажет. Әрбір элемент үшін фактордың нормаланған мәні z_{ij} келесі формула бойынша есептеледі (1):

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - \mu_{ij}}{\sigma_{ij}} \quad (1)$$

мұндағы x_{ij} - фактордың мәні, μ_{ij} - фактордың орташа мәні, σ_{ij} - фактордың стандартты ауытқуы.

3-қадам. Үдеріс индекстерін есептеу. Әрбір үдеріс үшін оған сәйкес факторлар негізінде орташа индекс есептеледі. Бұл талдауды жеңілдетіп, үдерістерді жеке объектілер ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Әртүрлі үдерістердің деректерін талдау кезінде әрбір үдеріске біріктірілген көрсеткіш (индекс) тағайындалады, ол осы үдеріске қатысты факторлар негізінде есептеледі. Бұл тәсіл деректерді түсіндіру мен талдауды жеңілдетеді, өйткені әрбір үдеріс үшін көптеген жеке факторлармен жұмыс істеудің орнына, біз бір орташа мән – үдеріс индексімен операция жасай аламыз. Әрбір үдеріс P_{proc} үшін орташа индекс есептеледі, ол осы үдеріске байланысты барлық факторлардың арифметикалық орта мәні болып табылады. Бұл әрекет әрбір үдеріс үшін көпөлшемді деректерді жалғыз бағалауға келтіруге көмектеседі, осылайша олардың әрі қарайғы талдауын және түсіндірілуін жеңілдетеді. Үдеріс индексі $P_{proc}(j)$ төмендегі формула бойынша есептеледі (2):

$$P_{proc} = \frac{1}{n_{proc}} \sum_{i \in proc} z_{ij} \quad (2)$$

мұндағы P_{proc} - j жылындағы процесс индексі, n_{proc} - процестегі факторлардың саны, z_{ij} - j жылындағы i факторының стандартталған мәні.

4-қадам. Корреляциялық талдау. Корреляция коэффициенттері әрбір фактор мен процесс индексі үшін есептеледі. Корреляция әрбір фактордың процеске қалай қатысы барын түсінуге көмектеседі. Корреляция коэффициенті (3) формула бойынша есептеледі:

$$\rho_{i,proc} = \frac{Cov(z_i, P_{proc})}{\sigma_{z_i} \sigma_{P_{proc}}} \quad (3)$$

мұндағы $\rho_{i,proc}$ - i факторының процесспен корреляция коэффициенті, $Cov(z_i, P_{proc})$ - фактор мен процесс индексі арасындағы ковариация, σ_{z_i} және

σP_{proc} - сәйкесінше фактор мен процесс индексі үшін стандартты ауытқулар.

5-қадам: PCA (Principal Component Analysis) талдауы. PCA (Principal Component Analysis) деректердің өлшемділігін азайту үшін қолданылады. Әрбір процесс үшін деректердегі дисперсияның ең үлкен бөлігін түсіндіретін факторлардың қосындысы болып табылатын бірінші негізгі компонент есептеледі. Негізгі компонент PC_1 факторлардың сызықтық комбинациясы ретінде есептеледі (4):

$$PC_1 = WZ \quad (4)$$

мұндағы W - әрбір фактордың маңыздылығын анықтайтын салмақтар (жүктемелер) векторы, ал Z - стандартталған деректер. Өлшемділіктің бір негізгі компонентке дейін азаюы алдын ала эксперименттердің нәтижелеріне байланысты болды, бұл компоненттердің санын белгілер санына дейін арттыру талдау нәтижелерінде айтарлықтай өзгерістерге әкелмейтінін көрсетті. Бұл бір негізгі құрамдас деректердегі дисперсияның көп бөлігін түсіндіретінін көрсетеді. Тәжірибе көрсеткендей, құрамдас бөліктердің көп санын пайдалану нәтижелерді өзгертпейді, бұл негізгі ақпараттың шоғырлануын және бірінші негізгі компоненттегі факторлардың әсерін көрсетеді.

6-қадам. Бұлыңғыр логика моделін құру. Алдыңғы қадамдардың нәтижелеріне негізделе отырып, әртүрлі факторлардың үдерістерге әсерін бағалауға арналған бұлыңғыр логика моделі құрылады. Бұл модель алдыңғы кезеңдерде орындалған деректерді стандарттау, үдеріс индекстерін есептеу және корреляциялық талдауға сүйенеді. Осы қадамның негізгі мақсаты – бұлыңғыр логика әдісін қолдана отырып, әрбір фактордың үдерістерге әсерін сандық бағалау болып табылады, бұл өз кезегінде деректердегі белгісіздіктер мен дәлсіздіктерді ескеруге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл әсіресе нақты деректермен жұмыс істегенде маңызды, себебі деректердің дәлдігі көптеген шарттарға байланысты өзгеруі мүмкін. Модель үш кіріс айнымалысын пайдаланады:

1. Z-score – стандартталған фактор мәні.
2. Корреляция – фактордың үдеріс индексіне әсер ету деңгейі.
3. Негізгі компонентке жүктеме – негізгі компоненттер талдауы (PCA)

нәтижесінде алынған фактордың үлесі.

Бұл айнымалылар бұлыңғыр ережелер арқылы өңделіп, әрбір фактордың үдеріске әсер ету дәрежесін анықтайды. Бұл тәсіл деректердегі белгісіздіктерді ескеруге және модельге икемділік беруге мүмкіндік береді. Кіріс айнымалыларының сипаттамасы:

- Z-score – деректерді стандарттау кезеңінде есептелген фактордың стандартталған мәні, яғни фактордың өз үдерісіндегі орташа мәннен ауытқуын көрсетеді.
- Корреляция – фактор мен үдеріс индексі арасындағы тәуелділік

деңгейін сипаттайды және фактордың өзгерісі индекс өзгерісіне қаншалықты әсер ететінін көрсетеді. Бұл көрсеткіш корреляциялық талдау кезінде есептелген.

- Негізгі компонентке жүктеме – фактордың негізгі компоненттерге үлесін көрсететін шама, ол PCA кезеңінде анықталады. Бұл фактордың деректер дисперсиясын түсіндірудегі маңыздылығын сипаттайды.

7-қадам. Бұлыңғыр логика ережелері кіріс айнымалыларының өзара әрекеттесуін анықтап, факторлардың үдерістерге әсерін есептеуге мүмкіндік береді. Әрбір фактор үшін Z-score, корреляция және негізгі компонентке жүктеме сипаттамалары алынғаннан кейін, олар бұлыңғыр жүйеге енгізіліп, әсерді бағалау жүзеге асырылады. Осы кезеңде кіріс айнымалыларын шығыс мәнімен байланыстыратын бұлыңғыр ережелер қалыптастырылады, яғни әрбір фактордың үдеріске әсерін бағалау жүзеге асырылады. Әрбір кіріс айнымалысы үшін мүшелік функциялар құрылады, олар айнымалының мәні белгілі бір категорияға қаншалықты сәйкес келетінін анықтайды. Мысалы, Z-score үшін келесі санаттар белгіленуі мүмкін: «күшті теріс», «орташа теріс», «нөлдік», «орташа оң» және «күшті оң». Ұқсас мүшелік функциялар корреляция және негізгі компонентке жүктеме айнымалылары үшін де жасалады, бұл мүмкін мәндердің кең диапазонын көрсетуге мүмкіндік береді.

8-қадам. Факторлардың әсерін бағалау және визуализациялау. Барлық қадамдар аяқталғаннан кейін әрбір фактордың үдерістерге әсері есептеледі. Бұл нәтижелер жылу карталары (heat maps) және диаграммалар көмегімен визуализацияланады, бұл әрбір үдеріске қандай факторлардың негізгі рөл атқаратынын бағалауға мүмкіндік береді. Бұлыңғыр модельдің нәтижелері факторларды олардың әртүрлі үдерістерге әсер ету деңгейі бойынша ранжирлеуге мүмкіндік береді. Гибридті талдау өңірдің әлеуметтік-экономикалық үдерістеріне факторлардың әсерін зерттеудің қуатты құралы болып табылады, өйткені ол әртүрлі факторлардың өңірлік динамикаға қалай әсер ететінін кешенді және көпжақты түсінуге мүмкіндік береді. Бұл әдіс бірнеше талдау әдістерін біріктіреді, соның ішінде негізгі компоненттер талдауы (PCA), корреляциялық талдау және бұлыңғыр логика моделін құру, бұл әртүрлі факторлар мен үдерістер арасындағы негізгі байланыстарды анықтауға көмектеседі.

Екіншіден, PCA және корреляциялық талдауды біріктіру факторлар мен үдерістер арасындағы байланыстарды тереңірек түсінуге мүмкіндік береді. Корреляциялық талдау әрбір фактор мен үдеріс арасындағы байланыстың күшін және бағытын сандық тұрғыда бағалауға мүмкіндік береді. Бұл тек факторлардың қандай үдерістермен ең тығыз байланыста екенін анықтауға ғана емес, сонымен қатар ықтимал себеп-салдарлық байланыстарды анықтауға да көмектеседі.

Үшінші маңызды компонент – бұлыңғыр логиканы пайдалану. Бұлыңғыр логиканың басты артықшылығы – ол белгісіздікті және факторлардың әртүрлі күйлері арасындағы бұлыңғыр шекараларды модельдеуге мүмкіндік береді.

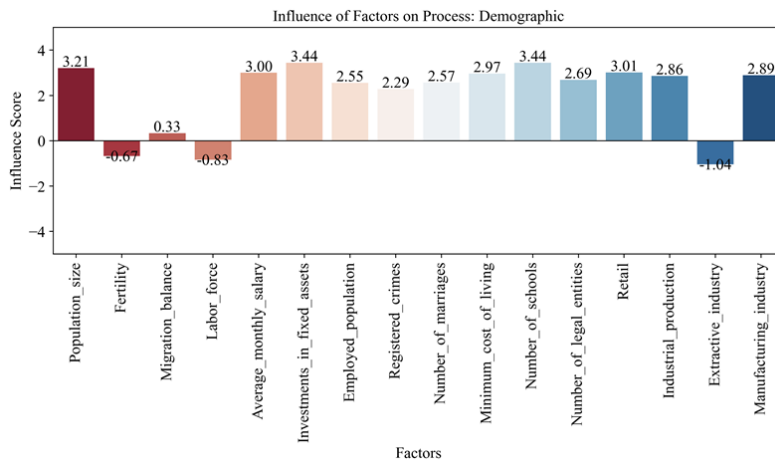
Ұсынылған тәсілдің негізгі артықшылықтарының бірі – оның өңірлік деректерге қолданылу мүмкіндігі және нақты басқарушылық тұжырымдар алу қабілеті. Гибридті тәсіл тек факторлар арасындағы байланыстарды анықтауға ғана емес, сонымен қатар олардың өңірдегі үдерістерге салыстырмалы ықпалын бағалауға да мүмкіндік береді. Бұл жергілікті билік органдары мен басқарушыларға шешім қабылдау барысында қай факторларды ескеру қажеттігін және ресурстарды қандай бағыттарға жұмылдыру тиімді болатынын жақсырақ түсінуге көмектеседі.

Нәтижелер және оларды талқылау

Зерттеу үшін деректер Солтүстік Қазақстан облысының агроөнеркәсіптік кәсіпорындарынан жиналып, 2020 жылдан 2022 жылға дейінгі кезеңді қамтыды. Ол ауыл шаруашылығы өндірісінің негізгі аспектілерін қамтитын кең ауқымды ақпаратты біріктіреді. Деректердің негізгі санаттарына өндірістік сипаттамалар жатады, соның ішінде егістік жер көлемі, әртүрлі дақылдар егілген алқаптардың аумағы, тыңайтқыштардың көлемі, шаруашылықтардағы техника мен жұмысшылар саны. Бұл мәліметтер басқарушылық шешімдердің тиімділігін бағалау және ресурстарды пайдалану процесін оңтайландыру үшін негіз болып табылады. Өндірістік сипаттамалардан басқа, деректер жиынтығына экономикалық және логистикалық көрсеткіштер де енгізілген. Оларға отын және тасымалдау шығындары, тыңайтқыштарға кеткен шығындар және ең жақын сату нарықтарына дейінгі қашықтық кіреді. Логистика және экономикалық аспектілер ауыл шаруашылығы кәсіпорындарының жалпы табыстылығы мен тиімділігіне шығындар мен инфрақұрылымды басқарудың қалай әсер ететінін түсіну үшін маңызды. Сонымен қатар, ауа райы жағдайларын сипаттайтын көрсеткіштер де ескерілді: орташа температура мен жауын-шашын мөлшері, олар өнімділікті қалыптастыруда және ресурстарды пайдалану сценарийлерін анықтауда шешуші рөл атқарады. Деректерде мақсатты көрсеткіштер де қамтылған, соның ішінде нақты нарық сыйымдылығы, сценарийлік бағалау, өнімділік, шығындарды азайту, қуаттылықты пайдалану және таза пайда. Бұл көрсеткіштер бақыланатын және сыртқы факторлар арасындағы өзара байланысты талдауға, сондай-ақ өндірістік қызметтің түпкілікті нәтижелерін бағалауға мүмкіндік береді. Кең ауқымды және әртүрлі деректер жиынтығы терең талдау жүргізуге және болжамдық модельдер құруға сенімді негіз береді, бұл зерттеуді агроөнеркәсіптік сектордағы өзекті мәселелерді шешу үшін маңызды етеді.

Талдаудың бірінші кезеңінде белгілер мен мақсатты айнымалылар арасындағы сызықтық байланыстарды бағалау үшін корреляциялық матрица қолданылды. Әрбір белгі-нысанды айнымалы жұбы үшін Пирсон корреляция коэффициенті есептелді. Бұл тәсіл мақсатты көрсеткіштермен ең үлкен сызықтық байланысқа ие белгілерді анықтауға мүмкіндік береді. Корреляциялық талдау нәтижелері айнымалылар арасындағы байланыстарды түсіндіруді жеңілдететін жылу картасы (heatmap) түрінде визуализацияланды. Дегенмен, жоғары

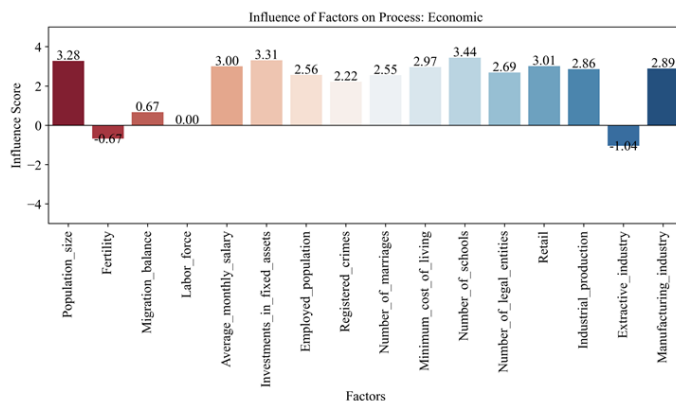
корреляция әрдайым себеп-салдарлық байланысты білдірмейтінін ескеру қажет, сондықтан күрделірек әдістерді қолдану қажет. 1-суретте көрсетілген корреляциялық матрица зерттеуде қолданылған әртүрлі белгілер мен мақсатты айнымалылар арасындағы сызықтық тәуелділіктерді бейнелейді. Бұл бастапқы деректерді талдау үшін тиімді құрал болып табылады және мақсатты көрсеткіштерге ең үлкен әсер ететін белгілерді анықтауға мүмкіндік береді. Алайда, корреляциялық матрица тек сызықтық байланыстарды ғана бағалай алады және деректерде болуы мүмкін күрделі, бейсызық тәуелділіктерді анықтай алмайтынын ескеру маңызды.



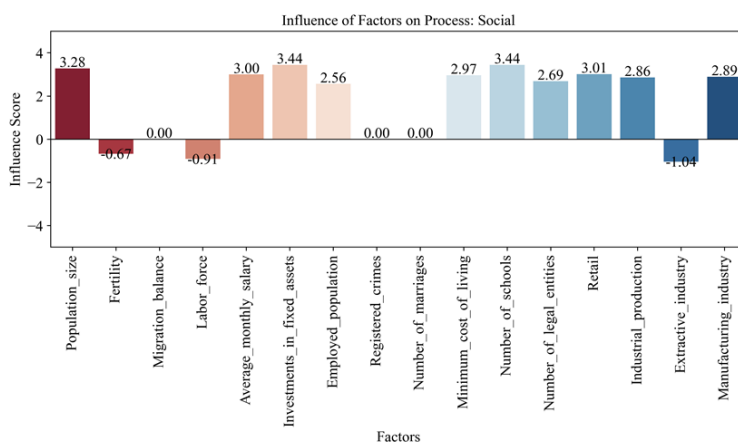
Сур. 2. Демографиялық процеске әртүрлі факторлардың әсері

3-суретте 2023 жылғы Тараз қаласындағы экономикалық үдеріске әртүрлі факторлардың әсері көрсетілген. Экономикалық процестерге келесі факторлар күшті оң әсер етті: халық саны (әсер ету баллы: 3,28), орташа айлық жалақы (3,00), негізгі капиталға салынған инвестиция (3,31), мектептер саны (3,44) және бөлшек сауда көлемі (3,01). Бұл көрсеткіштер халықтың өсімі мен инвестиция деңгейі сияқты параметрлер аймақтағы тұрақты экономикалық өсудің кілті болып табылатынын көрсетеді.

4-суретте 2023 жылы Тараз қаласындағы әлеуметтік процестерге әртүрлі факторлардың әсері көрсетілген. Халық саны (әсер балы: 3,28), орташа айлық жалақы (3,00), негізгі капиталға салынған инвестиция (3,44), мектептер саны (3,44) және бөлшек сауда көлемі (3,01) сияқты факторлар күшті оң әсер етті. Бұл көрсеткіштер өңірдің әлеуметтік дамуында шешуші рөл атқаратын білімге қолжетімділік (мектептер саны) және экономикалық әл-ауқат (еңбекақы және инвестиция деңгейі) сияқты факторлардың маңыздылығын көрсетеді.



Сур. 3. Экономикалық процеске әртүрлі факторлардың әсері



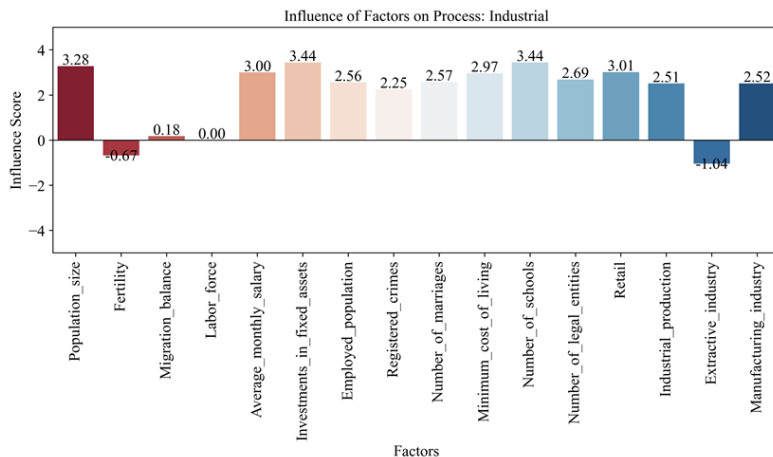
Сур. 4. Әлеуметтік процестерге әртүрлі факторлардың әсері

5-суретте 2023 жылы Тараз қаласындағы бизнес және сауда процестеріне әртүрлі факторлардың әсері көрсетілген. Әрбір фактордың үлесі жолақтар түрінде көрсетілген, олардың биіктігі процеске әсер ету дәрежесін көрсетеді. Оң мәндер оң әсерді көрсетеді, ал теріс мәндер теріс әсерді көрсетеді. Диаграммаға сәйкес, бизнес пен саудамен ең күшті оң корреляция халық саны (ықпал балы: 3,28), орташа айлық жалақы (3,00), негізгі капиталға инвестиция (3,44), мектептер саны (3,44), бөлшек сауда көлемі (2,50) сияқты факторлармен көрсетілген. Бұл факторлар бизнес пен сауданың өсуінің негізгі драйверлері болып табылады.

Тараз қаласында үдерістерге әсер ететін факторларды талдаудың гибриді моделі халық саны, жалақы деңгейі, негізгі капиталға инвестициялар және білім беру инфрақұрылымының өңірлік негізгі үдерістерге елеулі әсерін көрсетті. Туу көрсеткіші, жұмыс күші және тау-кен өнеркәсібі сияқты теріс факторлар өңірлік әкімшіліктен ерекше назар аударуды қажет етеді. Талдау нәтижелері әлеуметтік-экономикалық инфрақұрылымды дамыту, сондай-ақ

инвестиция тарту және жұмыс күшінің дағдыларын жақсарту үшін жағдайлар жасау өңірдің әрі қарайғы дамуына үлес қосатынын көрсетуге мүмкіндік береді.

Бұл зерттеуде қолданылған гибриді талдау моделі бірнеше маңызды ерекшеліктерге ие, олар оны күрделі әлеуметтік-экономикалық жүйелерді зерттеуде тиімді құрал етеді. Соңында, тағы бір маңызды ерекшеліктерге ие,



Сур. 5. Әлеуметтік процестерге әртүрлі факторлардың әсері

олар оны күрделі әлеуметтік-экономикалық жүйелерді зерттеуде тиімді құрал етеді. Соңында, тағы бір маңызды ерекшелік – бұл модельді нақты уақыттағы талдауға қолдану мүмкіндігі. Барлық маңызды қадамдар – стандарттау, негізгі компоненттерді есептеу және бұлыңғыр тұжырым жасау – оңтайландырылған және сақталғандықтан, жүйе жаңа кіріс деректеріне оңай бейімделеді, тарихи деректерде қайта оқытуды қажет етпейді. Бұл модельдің ұзақ мерзімді икемділігі мен қолданылуын қамтамасыз етеді, себебі ол өзгеріп жатқан жағдайларға тез бейімделіп, бұрын анықталған паттерндерге негізделген дәл нәтижелер мен тиімді болжамдарды қамтамасыз ете алады.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу гибриді модельді қолданудың жоғары тиімділігін көрсетіп, әлеуметтік-экономикалық факторлардың өңірлік негізгі үдерістерге әсерін бағалауға мүмкіндік берді. Корреляциялық талдау, негізгі компоненттер талдауы (PCA) және бұлыңғыр логиканы біріктіретін гибриді тәсіл халық саны, жұмыспен қамту, инвестициялар және басқа да көрсеткіштер арасындағы күрделі байланыстарды терең және көпөлшемді бағалауға мүмкіндік берді. Нәтижесінде, өңірлік дамуға әсер ететін оң және теріс факторлар анықталды. Сандық нәтижелер халық санының экономикалық үдерістерге оң ықпалын көрсетіп, әсер ету коэффициенті 3.28 деп есептелді, ал негізгі капиталға салынған инвестициялардың әсер ету коэффициенті 3.44 болды. Орташа айлық жалақы да экономика мен әлеуметтік үдерістерге айтарлықтай оң ықпал етті

(коэффициент 3.00).

Сонымен қатар, туу көрсеткіші (-0.67) және жұмыс күші (-1.06) әлеуметтік үдерістерге теріс әсер ететін факторлар ретінде анықталды, бұл олардың толыққанды зерттеуді және тиісті реттеу шараларын қажет ететінін көрсетеді. Осылайша, гибриді талдау факторлардың өңірлік даму үдерістеріне әсерін бағалауға және стратегиялық шешімдер қабылдауға жарамды екенін дәлелдеді. Бұл модель басқа өңірлерге бейімделіп, сондай-ақ өзгерістерді болжау үшін пайдаланылуы мүмкін, бұл оны әлеуметтік-экономикалық талдау және жоспарлау үшін әмбебап құралға айналдырады.

ӘДЕБИЕТТЕР

Акинтуйи О.Б. (2024). Дәлме-дәл егіншілікте бейімделген жасанды интеллект: нақты уақыттағы деректер негізінде ферма операцияларын оңтайландыру үшін өзін-өзі үйрететін алгоритмдерді қолдануды зерттеу // *Research Journal of Multidisciplinary Studies*. — 2024. — Т. 7. — № 02. — Б. 016–030.

Барзани А.Р., Пахлавани П., Горбанзаде О., Голамни К., Гамиси П. (2024). Орман өрттері қаупі бар аймақтарды болжауда машиналық оқыту модельдеріндегі рекурсивті ерекшеліктерді жоюдың әсерін бағалау // *Fire*. — 2024. — Т. 7. — № 12. — Б. 440.

Виджаянти Э.Б., Сетиади Д.Р.И.М., Сетиоко Б.Х. (2024). Экстремалды градиенттік күшейту негізінде күріш өнімділігін болжауға арналған деректер жиынын талдау және ерекшеліктерін анықтау // *Journal of Computing Theories and Applications*. — 2024. — Т. 1. — № 3. — Б. 299–310.

Ингио Ж.А., Нсанг А.С., Иорлиам А. (2024). Күріш өнімділігін болжауды көптік сызықтық регрессия мен рекурсивті ерекшеліктерді жою арқылы оңтайландыру // *Journal of Future Artificial Intelligence and Technologies*. — 2024. — Т. 1. — № 2. — Б. 96–108.

Камарадж В.В., Маран П.С., Ранджана П. (2024). Топырақты жіктеу және өнімділікті арттыру үшін модификацияланған рекурсивті ерекшеліктерді жою (MRFE) әдісі // *AIP Conference Proceedings*. — 2024. — Т. 3075. — № 1.

Раман Р., Кантари Х., Гокхале А.А., Элангован К., Минакши Б., Шринивасан С. (2024). Машиналық оқыту алгоритмдерін пайдалана отырып ауылшаруашылық өнімділігін болжау // 2024 Халықаралық автоматтандыру және есептеу конференциясы (AUTOCOM), IEEE. — 2024. — Б. 187–191.

Редди Н., Манимегалай Т. (2024). Наивті Байес алгоритмімен салыстырмалы түрде градиенттік күшейту алгоритмін пайдаланып ауылшаруашылық өнімділігін болжау // *AIP Conference Proceedings*. — 2024. — Т. 2853. — № 1.

Сюн Л., Ан Ж., Хоу Ю., Ху Ц., Ван Х., Чен Ю., Тан Ш. (2024). Өзара байланысты газ сенсоры деректерін өңдеуге арналған топшылқ репрезентативті ерекшеліктерді таңдау негізінде жақсартылған SVR рекурсивті ерекшеліктерді жою (IRFS-SVR-RFE) // *Sensors and Actuators B: Chemical*. — 2024. — Т. 419. — Б. 136395.

Тусупов Ж., Есенова М., Абдикеримова Г., Аимбетов А., Бактыбеков Қ., Мурзабекова Г., Айтимова У. (2024). Машиналық оқыту әдістерін қолдану арқылы ауылшаруашылық дақылдарының аурулары мен зиянкестерін анықтауда формалды концептілерді талдау // *IEEE Access*. — 2024.

Фалойе О.Т., Аджайи А.Э., Камчум В., Акинтола О.А., Огунтунде П.Г. (2024). Био көмір және минералды тыңайтқыштардың топырақ сапасы мен жүгері өнімділігіне әсерін негізгі компоненттік талдау арқылы бағалау // *Agronomy*. — 2024. — Т. 14. — № 8. — Б. 1761.

Хаммуни Д. және т.б. басқалар (2024). Судың сапасын маусымдық өзгерістер мен негізгі компоненттік талдау (PCA) және су сапасының индексі (WQI) арқылы бағалау: практикалық мысал // *Sustainability*. — 2024. — Т. 16, № 13. — Б. 5644.

Хуо Д., Малик А.У., Равана С.Д., Рахман А.У., Ахмеди И. (2024). Смарт фермерлік картасы: деректерге негізделген дәуірдегі ауылшаруашылық мәселелерін шешу // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. — 2024. — Т. 189. — Б. 113858.

Чжао Ш., Чжан М., Сяо З., Кан Б. (2024). Шамаланған дәлелді өзара ақпаратты пайдаланып деректердің сенімділігі мен салыстырмалы салмағын бағалау // *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. — 2024. — Т. 133. — Б. 108409.

Эль-Кенави Э.С.М., Альхуссан А.А., Ходадади Н., Миржалили С., Эйд М.М. (2024). Тұрақты ауыл шаруашылығы үшін машиналық және терең оқыту арқылы картоп өнімділігін болжау // *Potato Research*. — 2024. — Б. 1–34.

Ян Ю., Чжоу Ш., Сюй Ц., Ван Х., Лю Л., Цао В. (2024). Су-энергетикалық байланыстың тұрақтылығын талдау үшін экологиялық желілерге өзара ақпаратты біріктіру: Янцзы өзенінің экономикалық белдеуі мысалында // *Journal of Cleaner Production*. — 2024. — Т. 448. — Б. 141705.

REFERENCES

- Akintuyi O.B. (2024). Adaptive AI in precision agriculture: a review: investigating the use of self-learning algorithms in optimizing farm operations based on real-time data // *Research Journal of Multidisciplinary Studies*. — 2024. — Vol. 7. — No. 02. — Pp. 016–030. (in Eng.)
- Barzani A.R., Pahlavani P., Ghorbanzadeh O., Gholamnia K., Ghamisi P. (2024). Evaluating the Impact of Recursive Feature Elimination on Machine Learning Models for Predicting Forest Fire-Prone Zones // *Fire*. — 2024. — Vol. 7. — No. 12. — P. 440. (in Eng.)
- El-Kenawy E.S.M., Alhussan A.A., Khodadadi N., Mirjalili S., Eid M.M. (2024). Predicting potato crop yield with machine learning and deep learning for sustainable agriculture // *Potato Research*. — 2024. — Pp. 1–34. (in Eng.)
- Faloye O.T., Ajayi A.E., Kamchoom V., Akintola O.A., Oguntunde P.G. (2024). Evaluating impacts of biochar and inorganic fertilizer applications on soil quality and maize yield using principal component analysis // *Agronomy*. — 2024. — Vol. 14. — No. 8. — P. 1761. (in Eng.)
- Hammoumi D. et al. (2024). Seasonal variations and assessment of surface water quality using water quality index (WQI) and principal component analysis (PCA): a case study // *Sustainability*. — 2024. — Vol. 16. — No. 13. — P. 5644. (in Eng.)
- Huo D., Malik A.W., Ravana S.D., Rahman A.U., Ahmedy I. (2024). Mapping smart farming: Addressing agricultural challenges in data-driven era // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. — 2024. — Vol. 189. — P. 113858. (in Eng.)
- Ingio J.A., Nsang A.S., Iorliam A. (2024). Optimizing Rice Production Forecasting Through Integrating Multiple Linear Regression with Recursive Feature Elimination // *Journal of Future Artificial Intelligence and Technologies*. — 2024. — Vol. 1, No. 2. — Pp. 96–108. (in Eng.)
- Kamaraj V.V., Maran P.S., Ranjana P. (2024). Modified recursive feature elimination (MRFE) technique for soil classification and better crop production // *AIP Conference Proceedings*. — 2024. — Vol. 3075. — No. 1. (in Eng.)
- Raman R., Kantari H., Gokhale A.A., Elangovan K., Meenakshi B., Srinivasan S. (2024). Agriculture Yield Estimation Using Machine Learning Algorithms // *2024 International Conference on Automation and Computation (AUTOCOM)*, IEEE. — 2024. — Pp. 187–191. (in Eng.)
- Reddy N., Manimegalai T. (2024). Predicting the crop yield in agriculture using gradient boosting algorithm in comparison of naive bayes algorithm // *AIP Conference Proceedings*. — 2024. — Vol. 2853. — No. 1. (in Eng.)
- Tussupov J., Yessenova M., Abdikerimova G., Aimbetov A., Baktybekov K., Murzabekova G., Aitimova U. (2024). Analysis of formal concepts for verification of pests and diseases of crops using machine learning methods // *IEEE Access*. — 2024. (in Eng.)
- Wijayanti E.B., Setiadi D.R.I.M., Setyoko B.H. (2024). Dataset Analysis and Feature Characteristics to Predict Rice Production based on eXtreme Gradient Boosting // *Journal of Computing Theories and Applications*. — 2024. — Vol. 1, No. 3. — Pp. 299–310. (in Eng.)
- Xiong L., An J., Hou Y., Hu C., Wang H., Chen Y., Tang X. (2024). Improved support vector regression recursive feature elimination based on intragroup representative feature sampling (IRFS-SVR-RFE) for processing correlated gas sensor data // *Sensors and Actuators B: Chemical*. — 2024. — Vol. 419. — P. 136395. (in Eng.)
- Yang Y., Zhou X., Xu J., Wang H., Liu L., Cao W. (2024). Coupling mutual information into ecological networks to analyze the sustainability of water-energy nexus: A case study of Yangtze River Economic Belt // *Journal of Cleaner Production*. — 2024. — Vol. 448. — P. 141705. (in Eng.)
- Zhao X., Zhang M., Xiao Z., Kang B. (2024). Evaluating the reliability and relative weight of the evidence using approximate evidential mutual information // *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. — 2024. — Vol. 133. — P. 108409. (in Eng.)

**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

Правила оформления статьи для публикации в журнале на сайте:

<https://journal.iitu.edu.kz>

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Собственник: АО «Международный университет
информационных технологий» (Казахстан, Алматы)

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР
Мрзабаева Раушан Жалиқызы

НАУЧНЫЙ РЕДАКТОР
Ермакова Вера Александровна

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР
Рашидинов Дамир Рашидинович

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА
Асанова Жадыра

Подписано в печать 15.06.2025.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать - ризограф. 9,0 п.л. Тираж 100
050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09).

Издание Международного университета информационных технологий
Издательский центр КБТУ, Алматы, ул. Толе би, 59