

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 Ескендірова — 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)

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

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

Рысбайулы 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)

Bakhtgerai 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. KZ82VPY00020475, 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. Tlebalidinova, 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

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 6. Is. 1. Number 22 (2025). Pp.115–129

Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz><https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.22.2.007>

FINDING AVALANCHE AREAS IN EAST KAZAKHSTAN USING MACHINE LEARNING

**S.K. Kumargazhanova^{1*}, D. Nurlybekova¹, A.S. Tlebaldinova¹,
M.A. Karmenova², S.S. Smailova¹**

¹D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk,
Kazakhstan;

²S. Amanzholov East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk,
Kazakhstan.

E-mail: saule.kumargazhanova@edu.ektu.kz

Kumargazhanova S. — Candidate of Technical Sciences, associate professor, professor of the School of Digital Technology and Artificial Intelligence, D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

E-mail: saule.kumargazhanova@edu.ektu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6744-4023>;

Nurlybekova D. — bachelor student, educational program “Information systems”, the School of Digital Technology and Artificial Intelligence, D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

<https://orcid.org/0009-0006-4480-175X>;

Tlebaldinova A. — PhD, associate professor, Associate professor of the School of Digital Technology and Artificial Intelligence, D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0003-1271-0352>;

Karmenova M. — PhD, associate professor, «the Department of Computer Modeling and Information Technologies», S. Amanzholov East Kazakhstan University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0002-3028-9461>;

Smailova S. — PhD, associate professor, professor of the School of Digital Technology and Artificial Intelligence, D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0002-8411-3584>.

© S.K. Kumargazhanova, D. Nurlybekova, A.S. Tlebaldinova, M.A. Karmenova, S.S. Smailova, 2025

Abstract. Due to the high frequency and danger of avalanches in East Kazakhstan, the use of modern technologies for analyzing meteorological data has become critically important. This study focuses on the application of unsupervised machine learning algorithms – namely K-means and K-medoids–for detecting hidden patterns in weather conditions that precede avalanche events. The primary objective is to determine the most effective clustering approach for categorizing days with avalanche risk based on meteorological indicators such as temperature, snow depth, and weather conditions. The research involved comprehensive data preprocessing, conversion of categorical weather parameters into numerical values, and the selection of optimal



cluster numbers using the Elbow and Silhouette methods. Experimental results indicate that the K-means algorithm outperforms K-medoids in clustering quality and interpretability. A total of four distinct clusters were identified, each reflecting unique weather patterns associated with avalanche activity. The results suggest that the applied methodology is suitable for future implementation in avalanche monitoring and early warning systems. This study contributes to disaster risk reduction efforts and supports decision-making processes for emergency response planning in mountainous regions.

Key words: avalanche prediction, machine learning, K-means clustering, K-medoids, meteorological data, unsupervised learning

For citation: S.K. Kumargazhanova, D. Nurlybekova, A.S. Tlebaldinova, M.A. Karmenova, S.S. Smailova. Finding avalanche areas in east kazakhstan using machine learning //International journal of information and communication technologies. 2025. Vol. 6. No. 22. Pp. 115–129 (In Eng.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.22.2.007>.

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

ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫНЫҢ ҚАР КӨШКІНІ АЙМАҚТАРЫН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСІ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ

С.К. Кумаргажанова^{1}, Д. Нұрлыбекова¹, А.С. Тлебалдинова¹,
М.А. Карменова², С.А. Смаилова¹*

¹Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен, Қазақстан;

² С.Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті Өскемен, Қазақстан.
E-mail: saule.kumargazhanova@edu.ektu.kz

Кумаргажанова С. — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Цифрлық технологиялар және жасанды интеллект» мектебінің профессоры, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті

E-mail: saule.kumargazhanova@edu.ektu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6744-4023>;

Нұрлыбекова Д. — студент, «Ақпараттық жүйелер» білім беру бағдарламасы, Цифрлық технологиялар және жасанды интеллект мектебі, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті
<https://orcid.org/0009-0006-4480-175X>;

Тлебалдинова А. — PhD, қауымдастырылған профессор, «Цифрлық технологиялар және жасанды интеллект» мектебінің қауымдастырылған профессоры, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті
<https://orcid.org/0000-0003-1271-0352>;

Карменова М. — PhD, «Компьютерлік модельдеу және ақпараттық технологиялар кафедрасының» қауымдастырылған профессоры, С.Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті
<https://orcid.org/0000-0002-3028-9461>;

Смаилова С. — PhD, қауымдастырылған профессоры, «Цифрлық технологиялар және жасанды интеллект» мектебінің профессоры, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті
<https://orcid.org/0000-0002-8411-3584>.

© С.К. Кумаргажанова, Д. Нұрлыбекова, А.С. Тлебалдинова, М.А. Карменова, С.С. Смаилова, 2025

Аннотация. Шығыс Қазақстанда қар көшкіні жиілігі мен қауіптілігі жоғары болғандықтан, метеорологиялық мәліметтерді талдаудың заманауи технологияларын пайдалану өте маңызды. Бұл зерттеу қар көшкіні оқиғаларының алдындағы ауа райы жағдайындағы жасырын үлгілерді анықтау үшін бақыланбайтын машиналық оқыту алгоритмдерін, атап айтқанда K-means мен K-medoids қолдануға бағытталған. Негізгі мақсат – температура, қардың қалыңдығы және ауа райы жағдайы сияқты метеорологиялық көрсеткіштер негізінде қар көшкіні қауіпін бар күндерді санаттау үшін ең тиімді кластерлік тәсілді анықтау. Зерттеу кешенді алдын ала өңдеуді, ауа-райының категориялық параметрлерін сандық мәндерге түрлендіруді және шынтақ және силуэт әдістерін қолдану арқылы оңтайлы кластер сандарын тандауды қамтыды. Эксперименттік нәтижелер K-means алгоритмін кластерлеу сапасы мен түсіндірмелілігі жағынан алғанда K-medoids әдісінен асып түсетіндігін көрсетті. Барлығы төрт ерекше кластер анықталды, олардың әрқайсысы қар көшкіні белсенділігімен байланысты бірегей ауа райы үлгілерін көрсетеді. Нәтижелер қолданбалы әдістеменің болашақта көшкіндерді бақылау және алдын ала ескерту жүйелерінде енгізу үшін қолайлы екенін көрсетеді. Бұл зерттеу апат қауіпін азайтуға ықпал ете алады, сондай-ақ таулы аймақтарда төтенше жағдайлардың алдын алу және оларды болдырмау бойынша шешім қабылдау үдерістерін қолдауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: қар көшкінін болжау, машиналық оқыту, K-means кластерлеу, K-medoids, метеорологиялық деректер, бақылаусыз оқыту

Дәйексөздер үшін: С.К. Кумаргажанова, Д. Нұрлыбекова, А.С. Тлебалдинова, М.А. Карменова, С.С. Смаилова. Шығыс қазақстан облысының қар көшкіні аймақтарын машиналық оқыту әдісі арқылы анықтау//Халықаралық ақпараттық және коммуникалық технологиялар журналы. 2025. Т. 6. No. 22. 115–129 бет. (ағылшын тілінде). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2025.22.2.007>.

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

ВЫЯЛЕНИЕ ЛАВИНООПАСНЫХ ЗОН В ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

С.К. Кумаргажанова^{1}, Д. Нурлыбекова¹, А.С. Тлебалдинова¹,
М.А. Карменова², С.А. Смаилова¹*

¹Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Казахстан;

²Восточно-Казахстанский университет им. С. Аманжолова, Усть-Каменогорск,
Казахстан.

E-mail: saule.kumargazhanova@edu.ektu.kz

Кумаргажанова С. — кандидат технических наук, ассоциированный профессор, профессор «Школы цифровых технологий и искусственного интеллекта», Восточно-Казахстанский технический университет



им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан

E-mail: saule.kumargazhanova@edu.ektu.kz, <https://orcid.org/0000-0002-6744-4023>;

Нурлыбекова Д. — студент образовательной программы «Информационные системы», Школа цифровых технологий и искусственного интеллекта, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан

<https://orcid.org/0009-0006-4480-175X>;

Тлебалдинова А. — PhD, ассоциированный профессор, ассоциированный профессор «Школы цифровых технологий и искусственного интеллекта», Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0003-1271-0352>;

Карменова М. — PhD, ассоциированный профессор «Кафедры компьютерного моделирования и информационных технологий», Восточно-Казахстанский университет им. С. Аманжолова, Усть-Каменогорск, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-3028-9461>;

Смаилова С. — PhD, ассоциированный профессор, профессор «Школы цифровых технологий и искусственного интеллекта», Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-8411-3584>.

© С.К. Кумаргажанова, Д. Нурлыбекова, А.С. Тлебалдинова, М.А. Карменова, С.С. Смаилова, 2025

Аннотация. В связи с высокой частотой и опасностью схода лавин в Восточном Казахстане использование современных технологий для анализа метеорологических данных стало критически важным. Данное исследование фокусируется на применении алгоритмов неконтролируемого машинного обучения, а именно K-means и K-medoids, для обнаружения скрытых закономерностей в погодных условиях, предшествующих лавинным событиям. Основная цель — определить наиболее эффективный подход к кластеризации для категоризации дней с лавинным риском на основе метеорологических показателей, таких как температура, высота снежного покрова и погодные условия. Исследование включало комплексную предварительную обработку данных, преобразование категориальных погодных параметров в числовые значения и выбор оптимальных номеров кластеров с использованием методов Elbow и Silhouette. Экспериментальные результаты показывают, что алгоритм K-means превосходит K-medoids по качеству кластеризации и интерпретируемости. Всего было выявлено четыре отдельных кластера, каждый из которых отражает уникальные погодные закономерности, связанные с лавинной активностью. Результаты показывают, что применяемая методология подходит для будущего внедрения в системы мониторинга лавин и раннего оповещения. Это исследование вносит вклад в усилия по снижению риска стихийных бедствий и поддерживает процессы принятия решений для планирования реагирования на чрезвычайные ситуации в горных регионах.

Ключевые слова: прогнозирование лавинной опасности, машинное обучение, K-means кластеризация, K-medoids, метеорологические данные, неконтролируемое обучение

Для цитирования: С.К. Кумаргажанова, Д. Нурлыбекова, А.С. Тлебалдинова, М.А. Карменова, С.С. Смаилова. Выявление лавиноопасных

ЗОН В ВОСТОЧНОМ КАЗАХСТАНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ//Международный журнал информационных и коммуникационных технологий. 2025. Т. 6. No. 22. Стр. 115–129. (На англ.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2026.22.2.007>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Introduction

Natural disasters have always been a problem for people. In mountain areas, one of the most dangerous natural events is an avalanche. In fact, avalanches can damage people's lives, roads, buildings, and nature. As a result, scientists do many studies to protect people and reduce losses (Rafique., et al., 2023; Singh and Ramiya, 2025; Zgheib et al., 2022).

In East Kazakhstan, it is a significantly vital issue. Avalanches happen in the region every year because of the mountains and weather. If we can find dangerous places earlier and understand how avalanches start, we can help emergency workers get ready and improve the warning system.

In the last few years, many scientists have started using machine learning and data analysis to study natural risks. Some researchers create models to make predictions, others group risky situations or study when and where disasters happen. One helpful method is clustering — it lets us find patterns and dangerous areas (Mahfuz et al., 2023; Cui, 2020; Géron, 2021; Han et al., 2022; Zhao et al., 2023).

In this research, we wanted to use machine learning to group weather data connected to avalanches in East Kazakhstan.

The novelty of the research lies in the fact that we compared two algorithms — K-means and K-medoids — for the first time using real avalanche-related weather data in this region. We also created a new way to clean and digitize weather info. Then we used Elbow and Silhouette methods to check how well the clusters worked.

We used K-means and K-medoids to group the data and see which one worked better. The Elbow and Silhouette methods helped us find the best number of groups (clusters). We found that K-means gave better results. Then we studied the groups more closely to understand things like snow level and temperature before avalanches.

The machine learning method we used worked well for studying avalanches in East Kazakhstan. It can also be used in systems that help watch and predict avalanches.

Materials and Methods

Data Description

East Kazakhstan is in the east of Kazakhstan and borders Russia and China. It is a mountain region with high avalanche risk. That is because of heavy snow, sudden weather changes, and difficult terrain. Every winter and spring, avalanches happen there and can be dangerous for people, roads, and farms.

To study what causes avalanches, we used weather data from 2005 to 2023

from the IT Center for Competency and Technology Transfer. The data includes the date, temperature, snow height, rain, and weather conditions. The general scheme of the proposed methodology is presented in Figure 1.

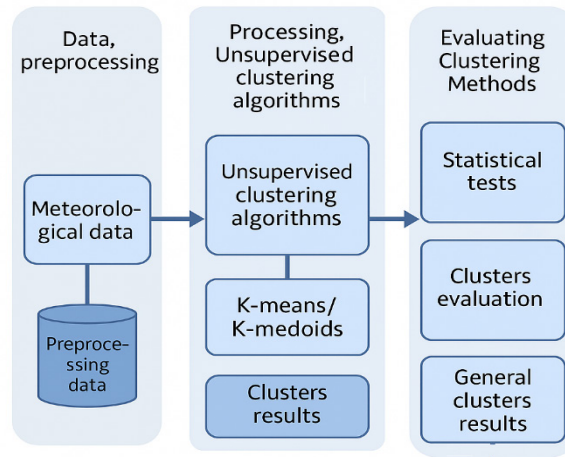


Fig. 1. The general Scheme of the Proposed Methodology

As can be seen from the figure, the proposed methodology consists of three main stages. The implementation of the stages is carried out according to this scheme.

In the Excel files, days with avalanches were marked yellow. We only used those days. We looked at the weather in the morning (7:00 AM), because that's when avalanches are more likely.

We used these numbers:

- Year
- Month
- Temperature (°C)
- Average and maximum snow height (cm)
- Weather condition

Then we prepared the data:

- We turned weather conditions into numbers (snow, rain, clear, etc.)
- We grouped months by seasons
- We gave each area a code
- We joined all tables into one file

This gave us a clean table with useful information about avalanche days. We can now use this data to find patterns and build models.

Method Steps

The method has two main steps:

1. Clean and prepare the data (Table 1)
2. Use K-means and K-medoids to make and compare clusters

We used Python to do this work.

Table 1 – Dataset Fragment

Year	Season	t (°C)	Avg cm of snow	Max cm of snow	Weather Forecast	Region	Region name	lat	lon
2023	1	-6	33	70	1	1	Prohodnaya	50.338860	84.019834
2023	1	-7	33	70	1	1	Prohodnaya	50.338860	84.019834
2023	2	0	50	70	2	2	Pihtovka	49.716552	83.297713
2022	2	-4	83	85	6	3	Bogatyrskaya mine	49.788810	84.421991
2022	2	-7	83	85	4	4	Putincevtskaya mine	49.859735	84.333390
2023	1	-5	90	95	6	4	Putincevtskaya mine	49.859735	84.333390
2021	4	-2	65	70	6	5	Sogornaya-barlyk	49.210929	85.369947
2022	2	-8	45	50	5	5	Sogornaya-barlyk	49.210929	85.369947
2022	2	-5	45	50	6	5	Sogornaya-barlyk	49.210929	85.369947
2022	1	-10	60	65	5	5	Sogornaya-barlyk	49.210929	85.369947
2022	2	-10	50	60	6	5	Sogornaya-barlyk	49.210929	85.369947
2022	2	-3	45	50	6	5	Sogornaya-barlyk	49.210929	85.369947
2022	2	0	45	50	1	5	Sogornaya-barlyk	49.210929	85.369947
2023	1	-10	55	60	5	5	Sogornaya-barlyk	49.210929	85.369947
2023	2	-4	45	50	1	5	Sogornaya-barlyk	49.210929	85.369947
2022	2	-1	50	55	4	6	B e r e l - Rahmany	49.372586	86.430875
2022	1	-17	45	75	5	6	B e r e l - Rahmany	49.372586	86.430875
2022	2	-6	55	60	6	6	B e r e l - Rahmany	49.372586	86.430875
2022	4	-9	45	50	3	6	B e r e l - Rahmany	49.372586	86.430875

On the Unsupervised Clustering Algorithms

Clustering is a data processing method that allows grouping observations into separate clusters based on similar characteristics. This method is considered as effective for analyzing natural phenomena, including situations with a risk of avalanches. In this study, unsupervised machine learning algorithms, namely K-means and K-medoids, are applied to reveal hidden patterns in pre-avalanche meteorological data.

K-means clustering algorithm

The K-means method is one of the most widely used clustering algorithms. It is known for its simple, effective features and ability to produce good clustering results (Berdyshev, 2018; Grossman et al., 2017; Grossman et al., 2017). Given a data-

set: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, where m is the number of objects in Euclidean space. The main goal of the K-means method is to partition into clusters the set of observations into K clusters: $K_1, K_2, \dots, K_k$, where $K_i \subset X$, $|K_i| \geq 1$, and $K_i \cap K_j = \emptyset$ for $1 \leq i, j \leq k$, $i \neq j$. Each cluster must have at least one object. This method aims to group similar objects into the same cluster while maximizing the differences between objects in different clusters. In the method, each cluster is represented by a center (centroid). A centroid is defined as the mean of all objects assigned to the cluster. The distance between an object $l \in K_i$ and the cluster center k_i is measured using the Euclidean distance - $\text{dist}(l, k_i)$. The quality of the clustering is evaluated by intra-cluster variance, which is calculated using the following formula (1):

$$A = \sum_{i=1}^k \sum_{l \in K_i} \text{dist}(l, k_i)^2, \quad (1)$$

where A represents the sum of squared errors for all objects, l is a point representing an object, k_i is the centroid of cluster K_i , and $\text{dist}(l, k_i)$ is the Euclidean distance between l and k_i . In other words, the distance from each object to its cluster center is squared, and all these squared distances are summed up.

K-Medoids Clustering Algorithm

The K-medoids method differs from the K-means algorithm in that it uses actual data points—medoids—as cluster centers.

In this approach, the cluster centers are selected directly from the dataset, meaning that instead of calculating the mean, the medoid of the cluster is used. To form clusters, K representative points are initially selected. These points are then iteratively updated. During each iteration, all possible combinations between representative and non-representative points are evaluated. For each combination, the clustering quality is calculated. The new point that minimizes the distortion function the most is selected and replaces the previous representative point. In the Figure 2, D is the set of objects $(1, 2, \dots, n)$, S_{ij} is the squared deviation function, $\text{dis}(D_i, D_j)$ is the distance between objects i and j .

K-Medoids algorithm	
Input:	
- k : the number of clusters,	
- D : a data set containing n objects.	
Output: A set of k clusters.	
1: arbitrarily choose k objects in D ;	
2: repeat	
3: for each D_i not a medoid do	
4: for each medoid D_j do	
5: compute square error;	
6: function S_{ij} ;	
7: find i, j where S_{ij} is the smallest	
8: if $S_{ij} < 0$ then	
9: replace medoid D_i with D_j	
10: until $S_{ij} \geq 0$	
11: for each $D_i \in D$ do	
12: assign D_i to k_i where $\text{dis}(D_i, D_j)$ is the smallest over all medoids	

Fig. 2. K-Medoids Algorithm Pseudocode

Results and discussion

The clustering analysis began by determining the optimal number of clusters for the given data, as the K-means and K-medoids clustering algorithms used in the study operate based on dividing the vector space into a predetermined number of k clusters.

There are various methods for selecting the optimal number of clusters, most of which are based on calculating intra-cluster and inter-cluster distances. In this study, the Elbow and Silhouette methods were used to determine the optimal cluster value.

The Elbow Method is based on analyzing the sum of squared intra-cluster deviations (WCSS). As the number of clusters increases, WCSS tends to decrease, but beyond a certain value of K , this decrease becomes significantly slower. The point where this «Elbow» occurs is considered the optimal number of clusters, as adding more clusters beyond this point does not significantly improve the clustering.

Figure 3 presents the results of using the Elbow method to determine the optimal k value. As seen in the graphs in 4(a) and 4(b), the Elbow method suggests that $k = 4$ is optimal. The optimal number of clusters for both the K-means and K-medoids methods was found to be the same. As K increases, a sharp decline in the WCSS value is observed in the graph. This crucial change corresponds to the optimal number of clusters and is referred to as the «Elbow» (Cui, 2020).

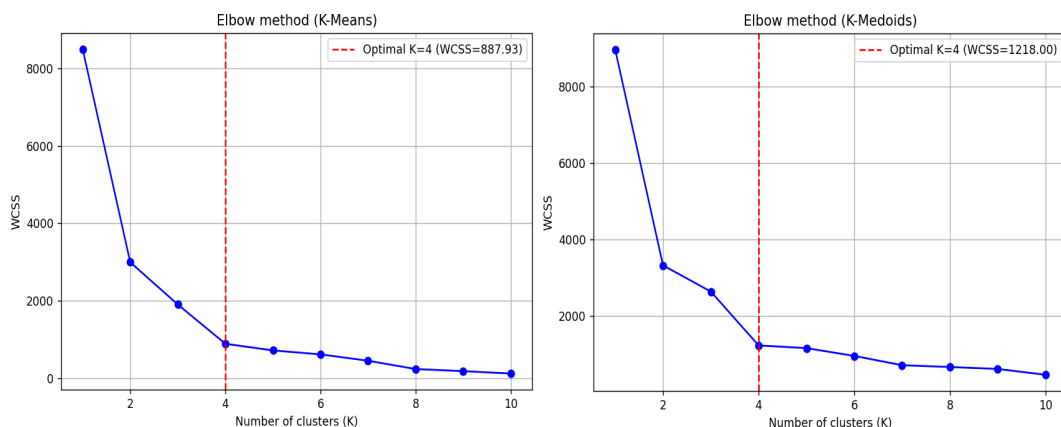


Fig. 3. Diagram of the Elbow Method of Cluster Analysis of K-Means and K-Medoids.

In the Silhouette method, the silhouette coefficient is calculated using the average intra-cluster distance and the average distance from each object to the nearest cluster. The maximum value of the silhouette coefficient allows for a clear identification of the cluster boundaries. The results of using the silhouette method to evaluate the quality of clustering models are presented in the following figures. For $K = 2$, $K = 3$, and $K = 4$, the silhouette values of the K-means method are shown in Figure 4, while the silhouette values of the K-medoids method are displayed in Figure 5.

Silhouette method K-Means

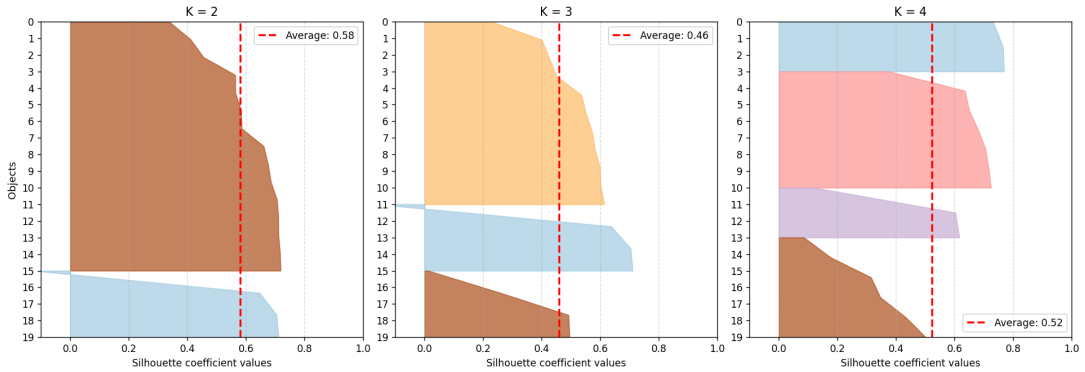


Fig. 4. Diagram of the Silhouette Method of Cluster Analysis K-Means.

Silhouette method K-Medoids

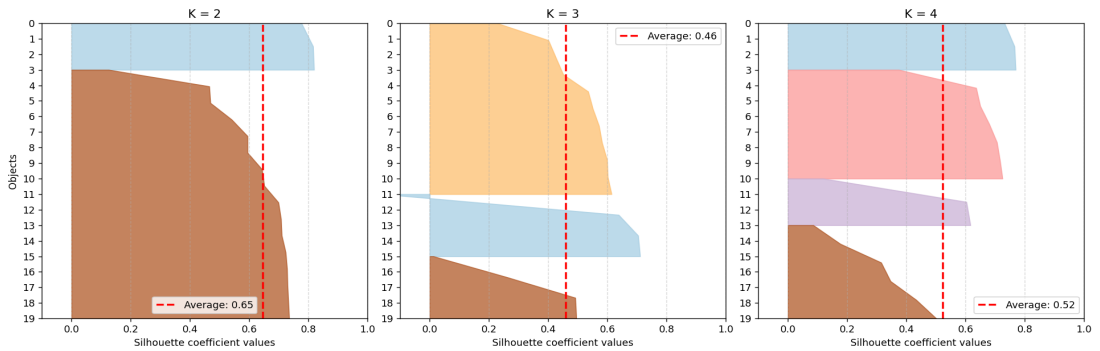


Fig. 5. Diagram of the Silhouette Method of Cluster Analysis Of K-Medoids.

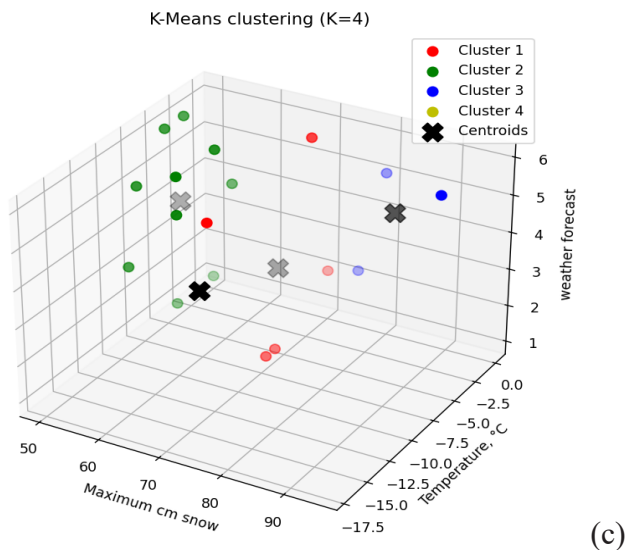
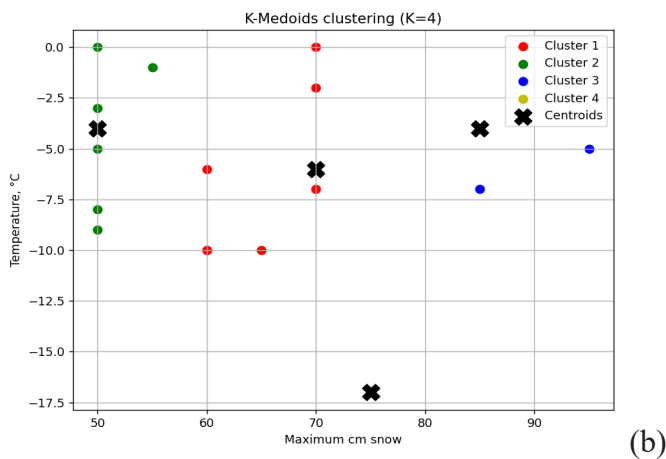
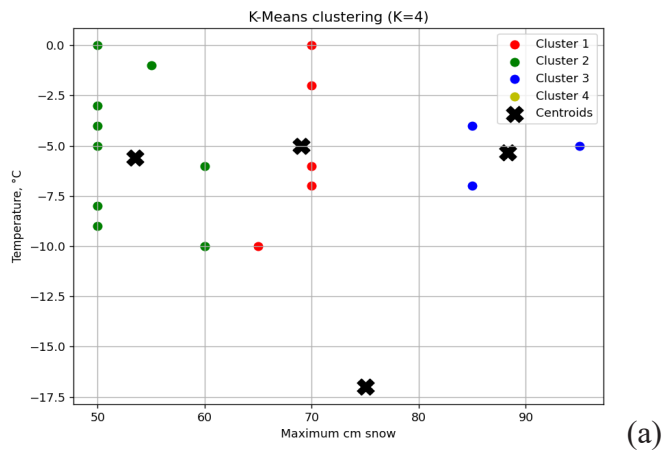
Table 2 - Silhouette Values for K-Means and K-Medoids Methods

Number of Clusters	K-means	K-medoids
2	0.5799	0.6452
3	0.4583	0.4583
4	0.5235	0.5235

From Table 2, the highest silhouette coefficient value at $K = 2$ is observed with the K-medoids method - 0.6452, compared to 0.5799 for K-means. However, for $K = 3$ and $K = 4$, both methods yield identical silhouette coefficient values - 0.4583 and 0.5235, respectively.

In the next stage of the study, the results of applying the clustering methods shown in Figure 6 were obtained. In Figures 6(a) and 6(b), four distinct clusters with specific centers (centroids) are identified using the K-means and K-medoids methods. Figures 6(c) and 6(d) provide the 3D visualization of these four clusters, allowing for a more accurate assessment of the data distribution in space based on the following

characteristics: maximum snow depth, air temperature, and weather conditions.



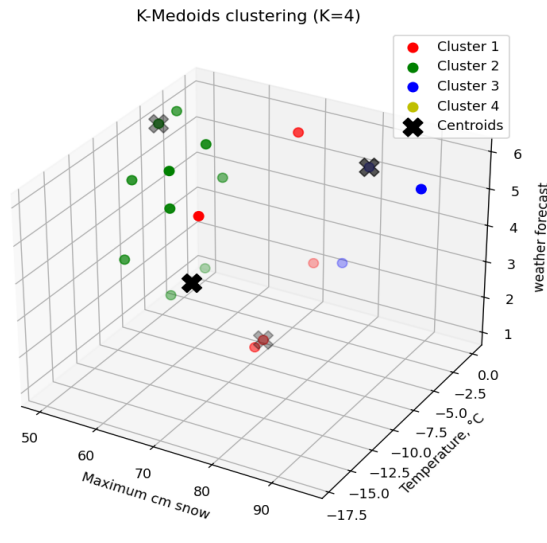


Fig. 6. Diagram of Four Cluster Data Sets in Different Dimension Spaces (3D and 2D): (a), (c) K-Means Method; (b), (d) K-Medoids Method.

When comparing the values of the WCSS coefficients for both methods, it was found that the K-means method produced higher results than K-medoids. Therefore, the further analysis of the clustering groups was carried out based on the results obtained using the K-means method. Figure 7 presents the clustering results achieved with the K-means method. Each of the clusters is characterized by its distinct features and includes a different number of observed points.

The high clustering quality achieved through K-means confirms the effectiveness of the chosen approach for analyzing meteorological data related to days with avalanche risk. The statistical analysis and overall evaluation of the results were done using descriptive statistics. Figure 8 shows the results of descriptive statistics used to analyze the clusters and identify the characteristics of each one.

In Cluster 1, the average temperature is approximately -5.3°C , the average snow depth is 88 cm, and the average weather index is 5.3. In Cluster 2, these values are slightly higher: temperature $\approx -4.3^{\circ}\text{C}$, snow depth ≈ 50.7 cm, and the weather index ≈ 3.7 . Additionally, the average snow and temperature values in this cluster are lower compared to other clusters, and their variability is higher (standard deviation). In Cluster 3, the temperature is significantly lower (average temperature $\approx -10^{\circ}\text{C}$), the snow depth is 71.7 cm, and other parameters also vary within set limits. Cluster 3 shows considerable variation, especially for temperature and snow (the standard deviation for snow is between 6.1 cm and 6.9 cm).

The analysis conducted using descriptive statistics helped to identify different groups with unique characteristics for each cluster, allowing for a detailed analysis of the factors affecting the weather in different regions. For instance, Cluster 1 shows stable conditions, while Cluster 3 exhibits temperature and significant variability.

Each cluster had its own characteristics and number of data points. K-means showed good results in this avalanche study.

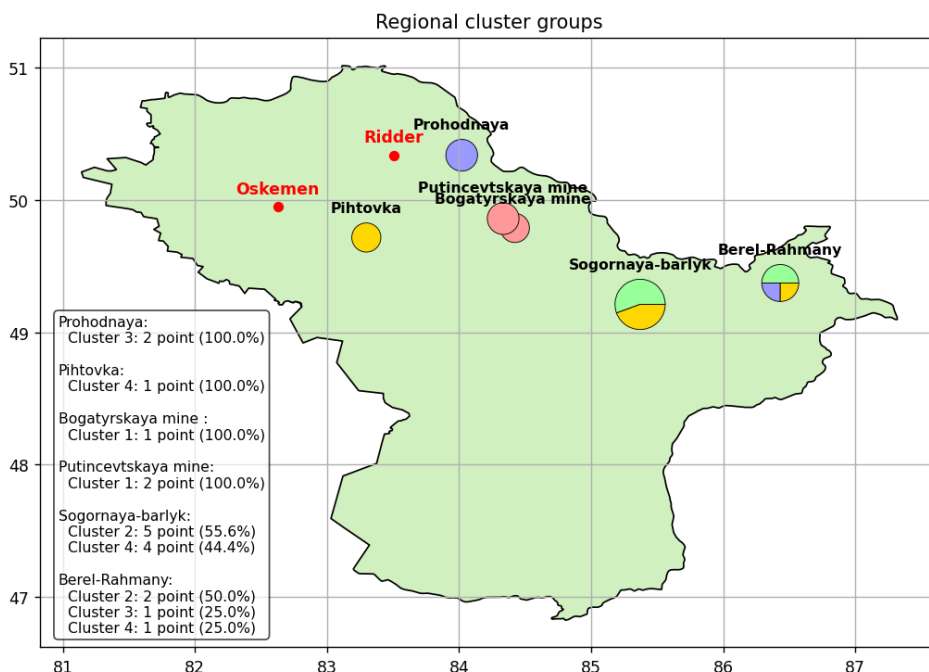


Fig. 7. Cluster Groups.

Cluster	Statistical indicator	Year	Season	Temperature (C)	Average cm of snow	Maximum cm of snow	Weather Forecast	Region
Cluster 1	Count	3	3	3	3	3	3	3
	Mean	2022,333	1,666666667	-5,333333333	88,33333333	88,33333333	5,333333333	3,666667
	Std	0,57735	0,577350269	1,527525232	4,041451884	5,773502692	1,154700538	0,57735
	Min	2022	1	-7	83	85	4	3
	Max	2023	2	-4	90	95	6	4
Cluster 2	Count	7	7	7	7	7	7	7
	Mean	2022,143	2,285714286	-4,285714286	45,71428571	50,71428571	3,714285714	5,285714
	Std	0,377964	0,755928946	3,352326839	1,889822365	1,889822365	2,138089935	0,48795
	Min	2022	2	-9	45	50	1	5
	Max	2023	4	0	50	55	6	6
Cluster 3	Count	3	3	3	3	3	3	3
	Mean	2022,667	1	-10	37	71,66666667	2,333333333	2,666667
	Std	0,57735	0	6,08276253	6,92820323	2,886751346	2,309401077	2,886751
	Min	2022	1	-17	33	70	1	5
	Max	2023	1	-6	45	75	5	6
Cluster 4	Count	6	6	6	6	6	6	6
	Mean	2022,167	2	-6,333333333	55,83333333	64,16666667	5	4,666667
	Std	0,752773	1,095445115	4,457203907	5,845225972	4,915960401	1,549193338	1,36626
	Min	2021	1	-10	50	60	2	2
	Max	2023	4	0	65	70	6	6

Fig. 8. Statistical Description of the Avalanche Data Set in Each Cluster.

Conclusion

As a result of the cluster analysis of the climate data for the regions of East Kazakhstan, four main clusters were identified.

Cluster 1 includes days with a high snow cover (on average, 88.3 cm), relatively low average temperatures (around -5.3°C), and stable weather conditions. The weather phenomena are mostly cloudy and windy, and the regions are primarily the Bogatyrevskaya and Putinetsvskaya kopys. These days correspond to typical winter conditions.

Cluster 2 covers days with an average snow depth (on average, 45.7 cm) and temperatures around -4.3°C . However, the standard deviation of temperature and weather in this cluster is significantly higher, indicating greater variability in climatic conditions. Clear, cloudy, and windy days are frequent here. Geographically, this cluster includes various regions of the area.

Cluster 3 is characterized by extremely low average temperatures (around -10°C), as well as snow depths — with an average of 37 cm (the lowest value compared to other clusters), and a maximum height of 75 cm (the highest compared to other clusters). It includes areas such as Sogornoye-Barlyk and Berel-Rahmany.

Cluster 4 combines days with stable frost (average temperature -6.3°C) and snow cover (average value 55.8 cm). The weather phenomena are mostly snow and cloudiness. This cluster can be interpreted as representing the typical long winter.

The results of the work can serve as a basis for developing predictive systems based on historical data.

REFERENCES

- Berdyshev A.V. (2018). Blokchein kak tekhnologicheskaya osnova razvitiya bankov [Blockchain as a technological basis for the development of banks]. — *Vestnik universiteta* (Gosudarstvennyi universitet upravleniya). 2018. — I. 4. — Pp. 132–135.
- Cui M. (2020). Introduction to the K-Means Clustering Algorithm Based on the Elbow Method. Accounting, Auditing and Finance. — 2020. — Vol. 3. — P. 9–16. DOI: 10.23977/geors.2020.030102.
- Han J., Pei J., Kamber M. (2022). Data Mining: Concepts and Techniques. — 4th ed. — Cambridge: Morgan Kaufmann, 2022. — 752 p.
- Géron A. (2021). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. — 2nd ed. — Sebastopol: O'Reilly Media, 2021. — 856 p.
- Grossman A.O., Petrov A.V. (2017). Kriptovalyuty kak sotsial'noe yavlenie: [Cryptocurrencies as a social phenomenon], Obshchestvo. Sreda. Razvitie (Terra Humana). 2017. — I. 4 (45). — Pp. 62–66.
- Mahfuz N.M., Yusoff M., Idrus Z. (2023). Clustering heterogeneous categorical data using enhanced mini batch K-means with entropy distance measure. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*. — 2023. — Vol. 13. — No. 1. — Pp. 1048–1059. DOI: 10.11591/ijece.v13i1.pp1048-1059.
- Rafique A., Dasti M.Y.S., Ullah B., Awwad F.A., Ismail E.A.A. & Saqib Z.A. (2023). Snow Avalanche Hazard Mapping Using a GIS-Based AHP Approach: A Case of Glaciers in Northern Pakistan. *Remote Sensing*. — 15(22). — P. 5375. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs15225375>
- Tapskott D., Tapskott A. (2017). per. s angl. K. Shashkovoi, E. Ryakhinai. Tekhnologiya blokchein: to, chto dvizhet finansovoi revolyutsiei segodnya: [Blockchain technology: what drives the financial revolution today]. — M.: Eksmo, 2017. — 448 p. (Top Economics Awards).
- Singh S., Ramiya A.M. (2025). Assessing avalanche susceptibility using the analytic hierarchical process and multi-criteria weighted overlay: a case study of the Leh-Parthapur road axis. — *International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment*. — Vol. 16. — No. 3. — Pp. 437–455. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJDRBE-06-2024-0071>

Swan M. (2015). Blockchain: Blueprint for a new economy, O'Reilly. 2015. — P. 149.

What to expect from the crypto market? [Electronic resource] URL: <https://changehero.io/blog/ru/2021-top-crypto-predictions/> (accessed: 10.03.2025)

Zhao Y., Huang X., Zhao Y., Liu X., Zhou R. (2023). The application of landscape character classification for spatial zoning management in mountainous protected areas – A case study of Laoshan National Park, China. *Heliyon*. — 2023. — Vol. 9. — No. 3. — e13996. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13996>.

Zgheib T., Giacona F., Morin S., Granet-Abisset A.-M., Favier P. & Eckert N. (2022). Diachronic quantitative snow avalanche riskassessment as a function of forest coverchanges. — *Journal of Glaciology*. — Pp. 1–19. <https://doi.org/10.1017/jog.2022.103>.



**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 60х881/8. 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