

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**

2023 (13) 1
Қаңтар-наурыз

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

БАС РЕДАКТОР:

Хикметов Аскар Кусупбекович — басқарма төрағасы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ректоры, физика-математика ғылымдарының кандидаты (Қазақстан)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

Колесникова Катерина Викторовна — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының проректоры (Қазақстан)

ҒАЛЫМ ХАТШЫ:

Ипалакова Мадина Тулегеновна — техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ, Ғылыми-зерттеу жұмыс департаментінің директоры (Қазақстан)

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

Разак Абдул — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің профессоры (Қазақстан)

Лучио Томмазо де Паолис — Саленто университетінің (Италия) инновациялар және технологиялық инженерия департаменті AVR зертханасының зерттеу және әзірлеу бөлімінің директоры

Лиз Бэкон — профессор, Абертей университеті вице-канцлердің орынбасары (Ұлыбритания)

Микеле Пагано — PhD, Пиза университетінің профессоры (Италия)

Отелбаев Мухтарбай Отелбаевич — физика-математика ғылымдарының докторы, ҚР ҰҒА академигі, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, «Математикалық және компьютерлік модельдеу» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Рысбайұлы Болатбек — физика-математика ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, «Математикалық және компьютерлік модельдеу» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Дайнеко Евгения Александровна — PhD, қауымдастырылған профессор, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Жабандық серіктестік және қосымша білім беру жөніндегі проректоры (Қазақстан)

Дузбаев Нуржан Тоқсужаевич — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Цифрландыру және инновациялар жөніндегі проректоры (Қазақстан)

Синчев Бахтгерей Куспанович — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Сейлова Нұргүл Абдуллаевна — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Компьютерлік технологиялар және киберқауіпсіздік» факультетінің деканы (Қазақстан)

Мухамедиева Ардак Габитовна — экономика ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Цифрлық трансформациялар» факультетінің деканы (Қазақстан)

Ыдырыс Айжан Жұмабайқызы — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Математикалық және компьютерлік модельдеу» кафедрасының менгерушісі (Қазақстан)

Шильдибеков Ерлан Жаржанович — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Экономика және бизнес» кафедрасының менгерушісі (Қазақстан)

Аманжолова Сауле Токсановна — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Киберқауіпсіздік» кафедрасының менгерушісі (Қазақстан)

Ниязгулова Айгүл Аскарбековна — филология ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Медиакоммуникациялар және Қазақстан тарихы» кафедрасының менгерушісі (Қазақстан)

Айтмағамбетов Алтай Зуфарович — техника ғылымдарының кандидаты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Радиотехника, электроника және телекоммуникация» кафедрасының профессоры (Қазақстан)

Алмисреб Али Абд — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

Мохамед Ахмед Хамада — PhD, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Ақпараттық жүйелер» кафедрасының қауымдастырылған профессоры (Қазақстан)

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

Тадеуш Валлас — PhD, Адам Мицкевич атындағы университеттің проректоры (Польша)

Мамырбаев Өркен Жұмажанұлы — Ақпараттық жүйелер саласындағы техника ғылымдарының (PhD) докторы, ҚР БҒМ ҚҰО ақпараттық және есептеу технологиялары институты директорының ғылым жөніндегі орынбасары (Қазақстан)

Бушуев Сергей Дмитриевич — техника ғылымдарының докторы, профессор, Украинаның «УКРНЕТ» жобаларды басқару қауымдастығының директоры, Киев ұлттық құрылыс және сәулет университетінің «Жобаларды басқару» кафедрасының менгерушісі (Украина)

Белолицкая Светлана Васильевна — техника ғылымдарының докторы, доцент, Астана IT университетінің деректер жөніндегі есептеу және ғылым кафедрасының профессоры (Қазақстан)

ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР:

Ералы Диана Русланқызы — «Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ (Қазақстан)

Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

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

Қазақстан Республикасы Ақпарат және әлеуметтік даму министрлігінің Ақпарат комитетінде – 20.02.2020 жылы берілген.

№ KZ82VPY00020475 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: ақпараттық технологиялар, әлеуметтік-экономикалық жүйелерді дамытудағы цифрлық технологиялар, ақпараттық қауіпсіздік және коммуникациялық технологияларға арналған.

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 100 дана

Редакцияның мекенжайы: 050040, Алматы қ-сы, Манас к-сі, 34/1, 709-кабинет, тел: +7 (727) 244-51-09).

E-mail: ijiet@iitu.edu.kz

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

© Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті АҚ, 2023

© Авторлар ұжымы, 2023

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Хикметов Аскар Кусулбекович — кандидат физико-математических наук, 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)

Лучно 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 кафедры математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Дайнеко Евгения Александровна — PhD, ассоциированный профессор, проректор по глобальному партнерству и дополнительному образованию 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 цифровых трансформаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Ыдырыс Айжан Жумабаевна — PhD, ассистент профессор, заведующая кафедрой математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

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

Аманжолова Сауле Токсановна — кандидат технических наук, заведующая кафедрой кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

Ниязгулова Айгуль Аскарбековна — кандидат филологических наук, доцент, заведующая кафедрой медиакоммуникаций 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)

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)

Тадеш 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)

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

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

Ералы Диана Русланқызы — АО «Международный университет 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 социо-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, 2023

© Коллектив авторов, 2023

EDITOR-IN-CHIEF:

Khikmetov Askar Kusupbekovich — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Chairman of the Board, Rector of International Information Technology University (Kazakhstan)

DEPUTY CHIEF DIRECTOR:

Kolesnikova Katerina Viktorovna — Doctor of Technical Sciences, Vice-Rector of Information Systems Department, International Information Technology University (Kazakhstan)

SCIENTIFIC SECRETARY:

Ipalakova Madina Tulegenovna — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Research Department, International University of Information Technologies (Kazakhstan)

EDITORIAL BOARD:

Razaq Abdul — PhD, Professor of International Information Technology University (Kazakhstan)

Lucio Tommaso de Paolis — Director of Research and Development, AVR Laboratory, Department of Innovation and Process Engineering, University of Salento (Italy)

Liz Bacon — Professor, Deputy Director, and Deputy Vice-Chancellor of the University of Abertay. (Great Britain)

Michele Pagano — Ph.D., Professor, University of Pisa (Italy)

Otelbaev Mukhtarbay Otelbayuly — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Professor of the Department of Mathematical and Computer Modeling of International Information Technology University (Kazakhstan)

Rysbayuly Bolatbek — Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

Daineko Yevgeniya Alexandrovna — PhD, Associate Professor, Vice-Rector for Global Partnership and Continuing Education, International Information Technology University (Kazakhstan)

Duzbaev Nurzhan Tokkuzhaevich — Candidate of Technical Sciences, Vice-Rector for Digitalization and Innovations, International Information Technology University (Kazakhstan)

Sinchev Bakhtgerey Kuspanuly — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Information Systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

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

Mukhamedieva Ardak Gabitovna — Candidate of Economic Sciences, Dean of the Faculty of Digital Transformations, International Information Technology University (Kazakhstan)

Idyrys Aizhan Zhumabaevna — PhD, Head of the Department of Mathematical and Computer Modeling, International Information Technology University (Kazakhstan)

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

Amanzholova Saule Toksanovna — Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Cyber Security, International Information Technology University (Kazakhstan)

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

Aitmagambetov Altai Zufarovich — Candidate of Technical Sciences, Professor of the Department of Radioengineering, Electronics and Telecommunication, International Information Technology University (Kazakhstan)

Almisreb Ali Abd — PhD, Associate Professor, International Information Technology University (Kazakhstan)

Mohamed Ahmed Hamada — PhD, Associate Professor, Department of Information systems, International Information Technology University (Kazakhstan)

Young Im Choo — PhD, Professor, Gachon University (South Korea)

Tadeusz Wallas — PhD, University of Dr. Litt Adam Miskevich in Poznan (Poland)

Mamyrbayev Orken Zhumazhanovich — PhD in Information Systems, Deputy Director for Science, Institute of Information and Computing Technologies CS MSHE RK (Kazakhstan)

Bushuyev Sergey Dmitriyevich — Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of Удoктoр тeхнических наук, профессор, директор Ukrainian Association of Project Management UKRNET, Head of Project Management Department, Kyiv National University of Construction and Architecture (Ukraine)

Beloshitskaya Svetlana Vasilyevna — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Computing and Data Science, Astana IT University (Kazakhstan)

EXECUTIVE EDITOR

Eraly Diana Ruslankyzy — 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, 2023

© Group of authors, 2023

МАЗМҰНЫ

ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ж. Анитова, А. Еркінбай
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЖАҢАЛЫҚТАРДА ДАТА НЕГІЗІНДЕ БАЯНДАУДЫ ЕНГІЗУ
МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН МҮМКІНДІКТЕРІН ЗЕРДЕЛЕУ.....8

Ш.Ы. Қалиаждарова
ЖАҢАЛЫҚТАР ҚЫЗМЕТІНДЕГІ ЗАМАНАУИ ТРЕНДТЕР: ТЕХНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОГРЕСС ӘСЕРІ.....18

Б.О. Шадаева
САНДЫҚ ҚАРЖЫ: ДАМУ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН БОЛАШАҒЫ.....27

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Г.Т. Алин, Н.К. Рахимжанова
БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ДАМУ ЖОБАСЫН БАСҚАРУ: ЖОБАНЫҢ ҚАУІПТІР БАСҚАРУ.....38

А.К. Болшибаева, Ж.Ж. Кабдешова, Е.Ж. Садықбек
ЖОЛ ПОЛИЦИЯСЫ САЛАСЫНДАҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШІМДІ ІЗДЕУ.....51

Е.Б. Данченко, Ю.И. Бройде
АДАМ ПОЗАСЫНЫҢ ТІЗІЛІГІ БОЙЫНША ДЕНЕ ЖАТТЫҒУЛАРЫН ЖІКТЕУГЕ
АРНАЛҒАН ИЕРАРХИЯЛЫҚ МЕМЛЕКЕТТІК МАШИНА.....62

Д. Едилхан, Д. Бисенғалиева
АВИА БИЛЕТТЕР БАҒАСЫН БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ
ОҚУ АЛГОРИТМДЕРІН ТАЛДАУ.....73

Ш.О. Сәлімбек, А.К. Мұстафина
ЖОҒАРЫ БІЛІМ БЕРУ САЛАСЫНДА АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚОЛДАНУДЫҢ
ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖЕТІЛДІРУ.....85

Б.С. Сапакова, А.А. Сәрсембаев, Bohdan Haidabrus
ТЕРЕҢ ОҚЫТУДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ АУДИО ДЕРЕКЕТТЕРДІ ТАЛДАУ
НЕГІЗІНДЕГІ ЭМОЦИОНАЛАРДЫ ЖІКТЕЛУ ӘДІСТЕРІН ШОЛУ.....95

КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

А.В. Нефтигов*, А.Ж. Сарина, Л.Н. Кириченко, И.М. Казамбаев
ҮЛЕСТІРІЛГЕН ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ ДАТЧИКТЕР НЕГІЗІНДЕ КЕҢЕЙТІЛГЕН
ОБЪЕКТІЛЕРДІҢ ТҮТАСТЫҒЫН БАҚЫЛАУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ
ШОЛУ.....105

СОДЕРЖАНИЕ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ж. Анитова, А. Еркинбай

ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПОДХОДОВ
ДАТА-ЖУРНАЛИСТИКИ В НОВОСТЯХ КАЗАХСТАНСКИХ СМИ.....8

Ш.И. Калижадарова

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В НОВОСТНОЙ СЛУЖБЕ: ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА.....18

Б.О. Шадаева

ЦИФРОВЫЕ ФИНАНСЫ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....27

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Г.Т. Алин, Н.К. Рахимжанова

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ:
УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЕКТА.....38

А.К. Болшибаева, Ж.Ж. Кабдешова, Е.Ж. Садыкбек

ПОИСК ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ДОРОЖНОЙ ПОЛИЦИИ.....51

Е.Б. Данченко, Ю.И. Бройде

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ МАШИНА СОСТОЯНИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ
ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ ПО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПОЗ ЧЕЛОВЕКА.....62

Д. Едилхан, Д. Бисенгалиева

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ЦЕН НА АВИАБИЛЕТЫ.....73

Ш.О. Салимбек, А.К. Мустафина

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СФЕРЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ.....85

Б.С. Сапакова*, А.А. Сарсембаев, Bohdan Haidabrus

ОБЗОР МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ЭМОЦИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА
АУДИОДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....95

КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А.В. Нефтисов, А.Ж. Саринова, Л.Н. Кириченко, И.М. Казамбаев

ОБЗОР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЦЕЛОСТНОСТИ
ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ.....105

CONTENTS

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

Zh. Anitova, A. Erkinbay

STUDYING THE PROBLEMS AND OPPORTUNITIES FOR THE IMPLEMENTATION
OF DATA JOURNALISM APPROACHES IN THE NEWS OF THE KAZAKHSTAN MEDIA.....8

Sh.I. Kaliazarova

MODERN TRENDS IN THE NEWS SERVICE: THE IMPACT OF TECHNICAL AND
TECHNOLOGICAL PROGRESS.....18

B.O. Shadayeva

DIGITAL FINANCE: PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT.....27

INFORMATION TECHNOLOGY

G.T. Alin, N.K. Rakhymzhanova

SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECT MANAGEMENT: PROJECT RISK MANAGEMENT.....38

A.K. Bolshibayeva, Zh.Zh. Kabdeshova, E.Zh. Sadykbek

SEARCH FOR AN INNOVATIVE SOLUTION IN THE FIELD OF TRAFFIC POLICES1

O.B. Danchenko, Ju.I. Broyda

HIERARCHICAL STATE MACHINE FOR CLASSIFICATION OF PHYSICAL EXERCISES
BY SEQUENCE OF HUMAN POSES.....62

D. Yedilkhan, D. Bissengaliyeva

ANALYSIS OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR PREDICTION OF AIR
TICKETS PRICES.....73

Sh. Salimbek, A. Mustafina

RESEARCH AND IMPROVEMENT OF THE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS
OF THE USE OF INFORMATION SYSTEMS IN HIGHER EDUCATION.....85

B.S. Sapakova, A.A. Sarsembaev, Bohdan Haidabrus

REVIEW OF EMOTION CLASSIFICATION METHODS BASED ON AUDIO DATA
ANALYSIS USING DEEP LEARNING.....95

DIGITAL TECHNOLOGY IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS, INFORMATION TECHNOLOGY, COMMUNICATION TECHNOLOGY AND INFORMATION SECURITY

A.V. Neftissov, A.Zh. Sarinova, L.N. Kirichenko, I.M. Kazambayev

OVERVIEW OF INTELLIGENT SYSTEMS FOR MONITORING THE INTEGRITY
OF EXTENDED OBJECTS BASED ON DISTRIBUTED FIBER-OPTIC SENSORS.....105

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 4. Is. 1. Number 13 (2023). Pp. 73–84

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

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.13.1.007>

УДК 530.1, 681.3.06

ANALYSIS OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR PREDICTION OF AIR TICKETS PRICES

D. Yedilkhan, D. Bissengaliyeva*

Didar Yedilkhan — PhD. Associate Professor of the Department of Computer Engineering, Astana IT University

ORCID: 0000-0002-6343-5277;

Dariya Bissengaliyeva — MSc. Teacher of the Department of Computer Engineering, Astana IT University

ORCID: 0000-0002-7985-162X.

© D. Yedilkhan*, D. Bissengaliyeva, 2023

Abstract. The article considers a comparative analysis of several modern machine learning algorithms for predicting airfare prices for the most popular airlines in Kazakhstan. As part of the experiment, all the necessary stages of building machine learning models were completed and possible alternatives were considered. An important element of this kind of task is data preprocessing, which is critical in any machine learning project. This work included a data cleansing process and the use of additional datasets to improve the quality of the results. The set of algorithms considered in this paper was quite wide, and the use of boosting and bagging algorithms proved to be positive. The results of the work obtained using metrics for regression problems can be considered satisfactory and display understandable and readable trends in the data. To improve the results for future studies, it is necessary to use a dataset over a longer period and exclude artificial factors that may influence pricing. It should be considered that the main purchases of air tickets fall on Kazakhstani airlines, which are highly subject to state regulation and the economic situation in the country.

Keywords: data, analysis, regression, algorithm, airlines, machine learning

For citation: D. Yedilkhan, D. Bissengaliyeva. Analysis of machine learning algorithms for prediction of air tickets prices//INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2023. Vol.4. No.1. Pp.73–84 (In Russ.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.13.1.007>.



АВИА БИЛЕТТЕР БАҒАСЫН БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚУ АЛГОРИТМДЕРІН ТАЛДАУ

Д. Едилхан, Д. Бисенғалиева*

Едилхан Дидар — PhD. «Компьютерлік инженерия» Департаментінің доценті, Astana IT University

ORCID: 0000-0001-6581-2622;

Бисенғалиева Дария — «Компьютерлік инженерия» Департаментінің оқытушысы, Astana IT University

ORCID: 0000-0002-7985-162X.

© Д. Едилхан*, Д. Бисенғалиева, 2023

Аннотация. Мақалада Қазақстандағы ең танымал авиакомпаниялар үшін әуе билетінің бағасын болжауға арналған бірнеше заманауи машиналық оқыту алгоритмдерінің салыстырмалы талдауы қарастырылады. Эксперимент бөлігі ретінде машиналық оқыту үлгілерін құрудың барлық қажетті кезеңдері аяқталды және ықтимал баламалар қарастырылды. Мұндай тапсырманың маңызды элементі кез келген машиналық оқыту жобасында маңызды болып табылатын деректерді алдын ала өңдеу болып табылады. Бұл жұмыс деректерді тазалау процесін және нәтижелердің сапасын жақсарту үшін қосымша деректер жиынын пайдалануды қамтыды. Бұл жұмыста қарастырылған алгоритмдер жиынтығы өте кең болды және күшейту және қаптау алгоритмдерін пайдалану оң болды. Регрессия мәселелеріне арналған көрсеткіштерді қолдану арқылы алынған жұмыс нәтижелерін қанағаттанарлық деп санауға және деректерде түсінікті және оқылатын үрдістерді көрсетуге болады. Болашақ зерттеулердің нәтижелерін жақсарту үшін деректер жинағын ұзақ уақыт бойы пайдалану және бағаға әсер етуі мүмкін жасанды факторларды алып тастау қажет. Әуе билеттерін сатып алудың негізгі көлемі мемлекеттік реттеуге және елдегі экономикалық жағдайға жоғары бағынатын қазақстандық авиакомпанияларға тиесілі екенін ескерген жөн.

Түйін сөздер: деректер, талдау, регрессия, алгоритм, авиакомпаниялар, машиналық оқыту

Дәйексөз үшін: Д. Едилхан, Д. Бисенғалиева. Авиа билеттер бағасын болжау үшін машиналық оқыту алгоритмдерін талдау//Ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың халықаралық журналы. 2023. V.4. № 1. Бет 73-84 (орыс тілінде). <https://doi.org/10.54309/IJCT.2023.13.1.007>.



АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЦЕН НА АВИАБИЛЕТЫ

Д. Едилхан, Д. Бисенгалиева*

Едилхан Дидар — PhD, Ассоциированный профессор Департамента компьютерной инженерии, Astana IT University

ORCID: 0000-0001-6581-2622. E-mail: d.yedilkhan@astanait.edu.kz;

Бисенгалиева Дария Каирболатовна — преподаватель Департамента компьютерной инженерии, Astana IT University

ORCID: 0000-0002-7985-162X.

© Д. Едилхан, Д. Бисенгалиева, 2023

Аннотация. Статья рассматривает сравнительный анализ нескольких современных алгоритмов машинного обучения для прогнозирования цен на авиабилеты на наиболее популярные авиакомпании Казахстана. В рамках эксперимента были выполнены все необходимые этапы построения моделей машинного обучения и были рассмотрены возможные альтернативы. Важным элементом такого рода задач является предварительная обработка данных, которая имеет решающее значение в любом проекте машинного обучения. Данные работы включали в себя процесс очистки данных и использование дополнительных наборов данных для улучшения качества результатов. Набор алгоритмов, рассматриваемых в данной работе, был достаточно широк, и использование алгоритмов бустинга и бэггинга показало себя с положительной стороны. Результаты работы, полученные с использованием метрик для регрессионных задач, могут быть признаны удовлетворительными, и отображают понятные и читаемые тренды в данных. Для улучшения результатов на будущие исследования необходимо использовать набор данных за более длительный период времени и исключить искусственные факторы, которые могут оказывать влияние на формирование цен. Следует учитывать, что основные покупки авиабилетов приходится на казахстанские авиакомпании, которые сильно подвержены государственному регулированию и экономической ситуации в стране.

Ключевые слова: данные, анализ, регрессия, алгоритм, авиакомпании, машинное обучение

Для цитирования: Д. Едилхан*, Д. Бисенгалиева. Анализ алгоритмов машинного обучения для прогнозирования цен на авиабилеты// Международный журнал информационных и коммуникационных технологий. 2023. Т. 04. № 1. Стр. 73–84 (На рус.). <https://doi.org/10.54309/IJCT.2023.13.1.007>

Введение

В настоящее время многие пользователи предпочитают приобретать авиабилеты через онлайн-сервисы, так как это является быстрым, удобным и



безопасным способом. В Казахстане имеется значительное количество компаний, предоставляющих такие услуги, включая Aviata, Chocotravel, Tickets, Kaspi Travel и другие. Такие сервисы ещё называют сервисами агрегаторами, так как они в одной платформе собирают всю информацию и предоставляют возможности сравнения. Важно отметить, что у клиентов есть возможность приобретения билетов напрямую у авиакомпании, но такие случаи не рассматривались в рамках данной работы. Сервисы – агрегаторы получают доход путем добавления фиксированной комиссии к каждой покупке, и, взамен, предлагают клиентам удобный сервис, включая сайт, мобильное приложение, точки продаж и круглосуточную поддержку. С момента основания, такие сервисы собирают данные о перелетах своих клиентов, чтобы повысить качество предоставляемого сервиса. Как агрегаторы цен на авиабилеты, им было бы полезно узнать, как прогнозировать цену билетов и какая модель прогнозирования лучше всего соответствует их данным. Это позволит использовать более динамическое и персонализированное выставление цены в зависимости от покупателя и времени покупки с использованием алгоритмов машинного обучения.

Методы машинного обучения позволяют решать задачи классификации и кластеризации объектов, а также проводить прогнозирование и выявление трендов на основе исторических данных (Zhou, 2019). При использовании алгоритмов машинного обучения, чем более обширны и структурированы данные, тем выше вероятность получения хороших результатов. Также очень важен размер исторического набора данных, так модель обучается именно на них. В настоящее время в мире существует множество примеров успешного применения методов машинного обучения для решения задач в различных секторах. Более того, за последние годы количество программного обеспечения и аппаратного решения, где уже проведены настройки, и оптимизация под задачи машинного обучения значительно увеличилось. Также растет размер сообщества по всему миру, которые разрабатывают различные решения и делятся ими в открытом доступе для исследователей и практиков

Одной из первых работ в научной литературе, когда ученые использовали машинное обучение для прогноза цен на авиабилеты, была работа (Etzioni et al., 2003). Опубликованная ещё в августе 2003 года статья вызвала большой интерес в сообществе исследователей и практиков, поскольку показала, что при помощи нужных алгоритмов возможно построить систему, способную предсказывать цены на авиабилеты. Авторы работы ставили перед собой цель исследовать зависимость цены на авиаперелет от времени и определить наиболее эффективные алгоритмы, способные обнаруживать такие зависимости в наборе исторических данных. Они также исследовали, насколько возможно сохранить деньги клиента, используя данные алгоритмы и объемный набор данных для нахождения более выгодной цены на авиабилеты. В другой статье (Groves и Gini, 2015). авторы предложили алгоритм, оптимизирующий время покупки авиабилета. Известно, что выбор надлежащего времени покупки авиабилетов сложно смоделировать, даже при известной информации по историческим ценам на билеты и некоторой



информации из отрасли. Предлагаемый в статье алгоритм предлагает решение для данной задачи, а также предоставляет оценки производительности своих решений на вычислительных машинах. Учитывая желаемый маршрут рейса и дату поездки, алгоритм использует методы машинного обучения на последних котировках цен на билеты от многих конкурирующих авиакомпаний, чтобы предсказать будущую ожидаемую минимальную цену всех доступных рейсов. В статье (Lantseva et al., 2015). авторы отмечают набирающую популярность путешествий на самолетах в мире и описывают особенности российского рынка авиаперевозок, которые должны быть использованы в модели прогноза стоимости авиабилетов. Авторы использовали данные, полученных от двух независимых агрегаторов информации о ценах на билеты, и на основе полученных данных была построена эмпирическая модель прогнозирования с использованием алгоритмов машинного обучения для разных направлений полетов. В статье (Tziridis et al., 2017). авторы решают проблему прогноза цен на авиабилеты. Для этих целей они детально проанализировали набор признаков, характеризующих регулярный полет, и рассмотрели данные признаки как основные факторы, влияющие на цену авиабилета. Авторы использовали множество наиболее популярных моделей машинного обучения для того, чтобы подобрать наилучший вариант для прогнозирования авиабилетов цены, которые будет отображать тренды в данных. Результаты каждой модели и их производительность сравниваются друг с другом, а также происходит интерпретация и дискуссия почему данные модели смогут оказать значительное влияние на результат. В статье (Chen et al., 2015) авторы прогнозируют изменение цен на авиабилеты в режиме реального времени. В этой статье рассматривается проблема прогнозирования стоимости авиабилетов и представляется системный подход, который охватывает наиболее важные аспекты построения прогнозирования, включая моделирование данных, алгоритм прогнозирования и построение стратегии долгосрочного прогнозирования. В статье оценивается модель прогноза на реальных ценовых данных, собранные с разных маршрутов для краткосрочного и долгосрочного прогнозирования. В статье (Abdella et al., 2021). авторы анализируют проблему со стороны клиента, и предлагают два типа моделей для экономии денег клиентов: модели, которые предсказывают оптимальное время для покупки билета, и модели, которые предсказывают минимальную стоимость билета. Важно отметить, что для каждой из задач строится своя модель машинного обучения. В статье (Wang et al., 2019) авторы анализируют значительный прогресс в искусственном интеллекте и машинном обучении, для нахождения скрытых закономерностей в данных и моделирования изменения цен на авиабилеты. Авторы статьи предлагают структуру, которая сочетает в себе два набора данных с подключением макроэкономических показателей и используют алгоритмы машинного обучения для моделирования среднеквартальной цены билета, основанная на разных парах пунктов отправления и назначения.

Выше представленные статьи были процитированы во многих известных работах в похожей тематике, что подчеркивает их важность и влияние на развитие



области машинного обучения для прогноза цен на авиабилеты. На основе представленных работ были разработаны более точные и эффективные алгоритмы машинного и глубинного обучения для прогнозирования цен на авиабилеты, которые успешно применяются в современных сервисах продажи авиабилетов.

Материалы и методы

Описание набора данных

Набор данных, предоставленный одним из сервисов – агрегаторов цен для исследовательских целей, содержит обезличенную информацию о продажах авиабилетов за десять дней в ноябре прошлого года и включает около 10000 строк данных. В наборе данных присутствует информация об аэропорте вылета и прилета, времени вылета и времени покупки билетов, названии авиакомпании, классе полета и цене покупки билета в тенге, национальная валюта Казахстана.

Для обозначения местоположения аэропорта вылета и прилета используется уникальный трехбуквенный код, который является идентификатором, принятым в авиационной и логистической индустрии Международной ассоциации воздушного транспорта (IATA), например, код NQZ используется для обозначения аэропорта города Астана. Время вылета и время приобретения авиабилета представлены в виде временной метки (формат timestamp), точность которой измеряется в долях секунды. Класс полета определяет категорию перелета, включающую в себя первый класс (F и A), бизнес-класс (C, J, R, D и I), премиум-эконом (W и P), эконом (Y, H, K, M, L, G, V, S, N, Q, O и E) и базовый эконом (B).

На первом этапе исключались все случаи, которые могут создать неточность в результатах, а билеты без цен не учитывались. Строки без цен были исключены так как задача прогноза цен определена как регрессионная задача машинного обучения с учителем. В рамках проектирования признаков, добавлены дополнительные функции для расчёта времени ожидания между временем покупки билета и вылетом, классификации классов, и другие функции.

Также, два дополнительных набора данных использовались для следующих целей:

- с портала Open Airport Data использовалась информация о месторасположении всех аэропортов в мире (широта, долгота) для расчета расстояния между двумя аэропортами и размер аэропортов (большой, средний или малый);
- из календаря национальных праздников Казахстана все выходные и праздничные (красные) дни использовались для обозначения того, вылет в рабочий день или нет.

Важно отметить, что на портале Open Airport Data расположение аэропортов указано в виде географического указания долготы и широты. Для расчёта расстояния между аэропортами использовалась формула «гаверсинуса (haversine)» (Chopde и Nichat, 2013) для вычисления расстояния по дуге большого круга между двумя точками, то есть кратчайшего расстояния по поверхности земли, что дает расстояние между точками «по прямой», без учета холмов, над которыми они пролетают самолеты. Естественно, что такой расчет не является полностью точным, так как перелет самолетов сопровождается гораздо более



сложными современными системами подсчетов, однако это может по большей части дать расчет времени между двумя точками. Формула расчёта расстояния, преобразованная в виде формулы, выглядит следующим образом:

Формула Гаверсинауса:

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\varphi}{2}\right) + \cos\varphi_1 \cdot \cos\varphi_2 \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right)$$

$$c = 2 \cdot \operatorname{atan} 2(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

$$d = R \cdot c$$

где φ – широта, λ – долгота, R – радиус Земли (средний радиус = 6,371 км); Углы должны быть в радианах, чтобы перейти к триггерным функциям.

В результате проведенного анализа признаков, выявлены семь основных признаков, которые будут использованы для алгоритма машинного обучения в качестве независимых переменных, а цена авиабилета будет зависимой переменной. Также описаны как данные зависимые признаки могут повлиять на цену авиабилета в виде предположения:

Таблица 1 – «Таблица признаков для анализа цены авиабилета»

1	Дистанция	Расстояние между аэропортом отправления и аэропортом прибытия, исчисляемое в километрах. Предполагается, что чем дальше друг от друга находятся два аэропорта, тем дороже цена билета.
2	Время ожидания	Разница между временем покупкой билета и временем отправления в часах. Предполагается, что чем раньше был куплен билет, тем он дешевле.
3	Авиакомпания	Название авиакомпании, выполняющей рейс. Многие авиакомпании имеют четко выраженный уровень обслуживания, соответственно стоимости билета.
4	Класс билета	Класс пассажирского билета. Предполагается, что чем выше класс, тем дороже билет. Настоящие правила регулируются внутренними правилами компании.
5	Размер аэропорта	Размер аэропорта. Предполагается, что если аэропорты в обоих городах крупные, то в этих городах более развиты авиаперевозки и, соответственно, стоимость билетов дешевле.
6	Количество пассажиров	Количество пассажиров на одну покупку. Предполагается, что если человек покупает билеты сразу нескольким людям, их билеты обходятся ему дешевле.
7	Выходной или праздничный	Признак который показывает является ли день выходным или нет. Предполагается, что, если вылет происходит перед выходными или праздничными днями, стоимость билета выше.

В проектах с машинным обучением, важным шагом является процесс визуализации имеющихся данных, который наглядно поможет показать тренды в данных и увидеть больше информации о том, как распределяются данные. На



Рисунке 1 можно отметить, что наиболее популярными авиакомпаниями в наборе данных являются КС, DV и Z9, а наиболее популярными классами билетов являются В и Е. Также цены в КС несколько выше, чем у конкурентов. Самый дорогой класс билетов – класс Е. В любом случае этой информации недостаточно для каких-либо выводов, так как результаты очень близки друг к другу.

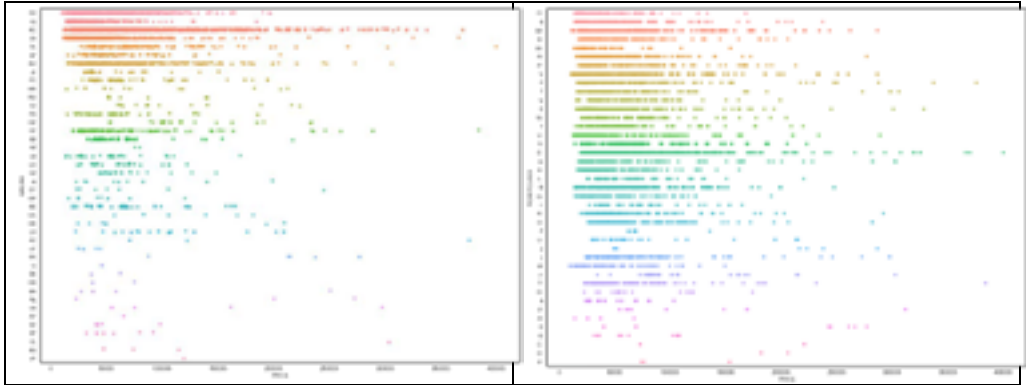


Рис. 1 - Графики распределения цен по авиакомпаниям и классам бронирования

Из графиков на Рисунке 2, на которых показано распределение стоимости билета в зависимости от расстояния и разницы между временем покупки билета и временем отправления, видно, что основная концентрация приходится на левый нижний угол. Это означает, что чем меньше расстояние, тем дешевле билет и большая концентрация цен, где время ожидания минимально.

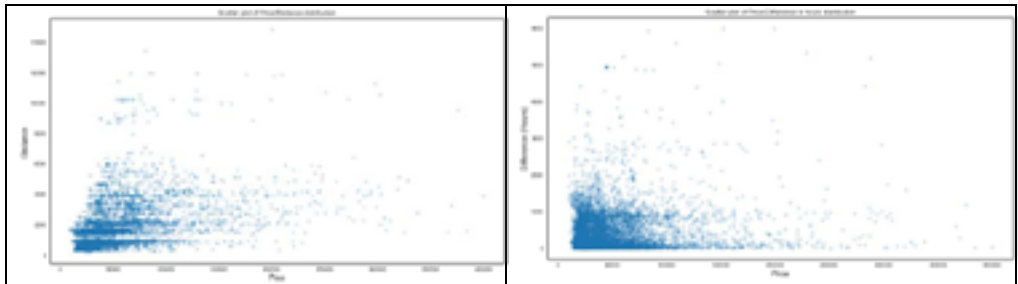


Рис. 2 - Распределение стоимости билета от расстояния и времени ожидания

Все визуализации, выполненные для признаков расстояния и времени ожидания, не отображают явных закономерностей, только небольшие тренды. Например, цены на билеты должны были увеличиваться в зависимости от расстояния, а точнее, уменьшаться в случае увеличения времени ожидания. Три другие особенности, такие как выходной день или национальный праздник, размер аэропорта и количество пассажиров, также не показали большой разницы и требуют более подробного анализа. Чтобы решить, какие функции включить в модель, оцениваются разные модели.



Результаты и обсуждение

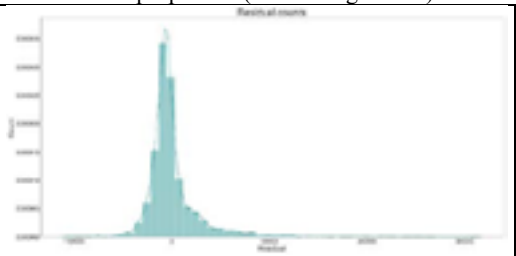
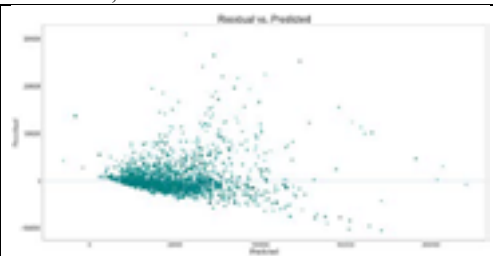
Моделирование и оценка моделей

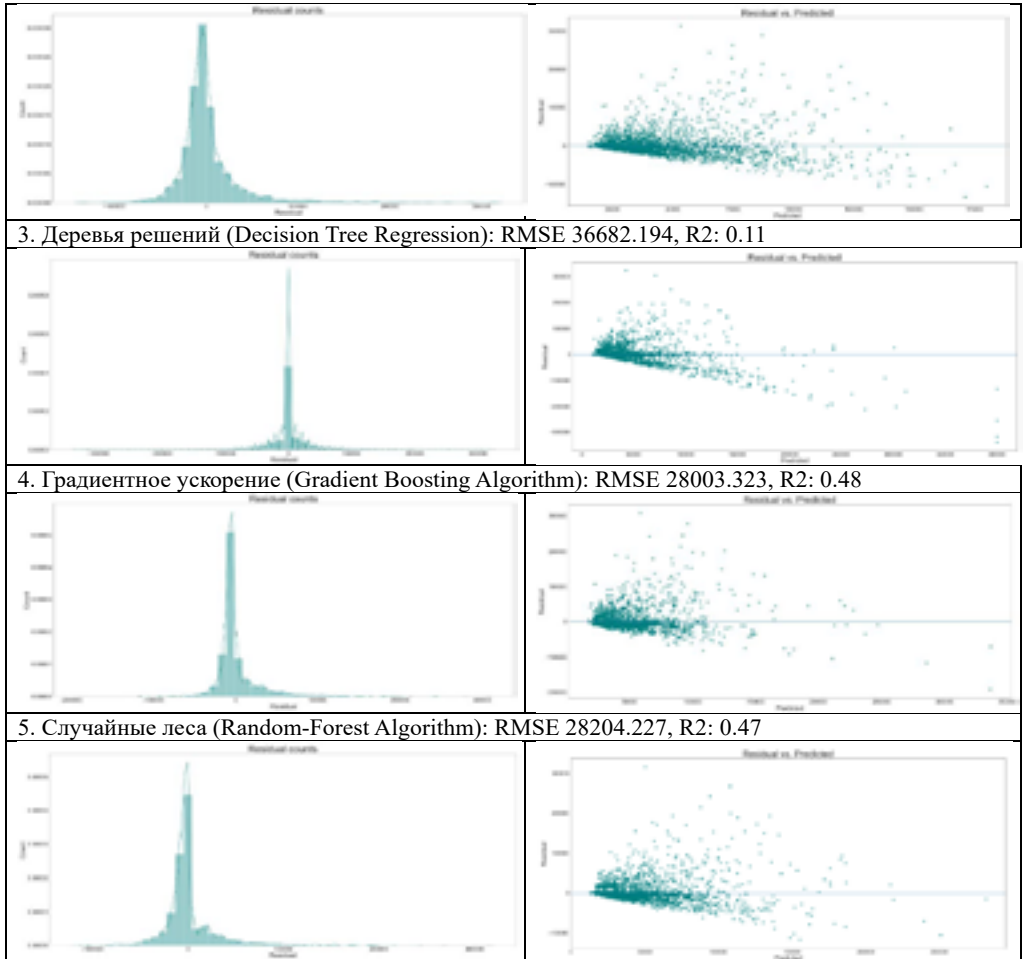
Как было описано ранее, этот случай решаемой задачи является примером регрессионной задачи машинного обучения с учителем, где представлены соответствующие правильные цены на билеты, и есть много хорошо зарекомендовавших себя моделей. В статье рассмотрены популярная множественная линейная регрессия, регрессия дерева решений, алгоритм k-ближайших соседей и два типа методов ансамбля, алгоритмы случайного леса и алгоритм повышения градиента. Выбор этих алгоритмов обусловлен их популярностью и высокими результатами в литературе.

Перед процессом моделирования данных все данные были разделены на две части, обучающую и тестовую выборку, в соотношении 80 % к 20 %. Кроме того, первая группа была разделена еще на две группы: обучающая и валидационную. Многие специалисты сходятся во мнении, что такое деление является оптимальным для тестирования моделей. В наборе данных есть категориальные переменные, такие как авиакомпания, класс билета, и для их обработки использовался метод однократного кодирования (one-hot encoding).

Что касается оценки моделей прогнозирования, то для этих целей были использованы метрики среднеквадратическая ошибка (RMSE) и R в квадрате (R²). Обе метрики широко используются в регрессионных задачах и хорошо зарекомендовали себя. RMSE — это абсолютное значение, и его часто трудно интерпретировать; он обозначает стандартное отклонение остатков (или дифференциацию прогнозируемых значений и наблюдаемых значений). Для большей наглядности были добавлены дополнительные графики. Вторым показателем, R², объясняет, насколько хорошо все признаки объясняют изменчивость цены билета. Все результаты для пяти алгоритмов машинного обучения с использованием семи наиболее важных признаков представлены в следующей таблице.

Таблица 2 – Результаты оценки пяти алгоритмов машинного обучения для прогнозирования цены авиабилета

1. Линейная регрессия (Linear Regression): RMSE: 30275.748, R2: 0.39	
	
2. K-ближайшие соседи (K-Nearest Neighbor): RMSE 33242.439, R2: 0.27	



Алгоритм Gradient Boosting показал лучший результат с самым высоким R2 и самым низким RMSE, но этого недостаточно для точного прогноза. Тот же анализ был проведен для того же набора данных, но с дополнительными условиями. Первое условие — это анализ только по одной авиакомпании, в данном случае по КС, так как эта авиакомпания самая популярная и пользуется наибольшим спросом в Казахстане. Ценовая политика у многих авиакомпаний разная, и этот показатель позволяет сделать более точный прогноз. При этом условии анализируются шесть признаков, логически исключая авиакомпанию. Второе условие — это анализ только по одному направлению, то же самое популярное, Алматы - Астана, и наоборот, Астана - Алматы. Естественно, что при этом случае дальность полета не учитывается, она фиксирована между двумя городами. Также последнее условие является комбинацией двух описанных выше условий, где анализ получен только для одной авиакомпании (КС), и только для одного направления (Астана-Алматы). Все результаты с применением условий представлены в таблице ниже.



Таблица 3 – Результаты с применением условий

Алгоритм	Только для одной авиакомпании (KC - Air Astana)	Только для одного направления (Астана - Алматы)	Только для одной авиакомпании и одного направления
Множественная линейная регрессия	RMSE: 33218.191 R2: 0.41	RMSE: 13482.200 R2: 0.34	RMSE: 17117.510 R2: 0.52
К-ближайшие соседи	RMSE: 36078.610 R2: 0.31	RMSE: 16401.175 R2: 0.04	RMSE: 26432.099 R2: 0.01
Деревья решений	RMSE: 45622.048 R2: 0.04	RMSE: 18172.996 R2: 0.02	RMSE: 25233.283 R2: 0.02
Градиентное ускорение	RMSE: 33248.101 R2: 0.41	RMSE: 14216.710 R2: 0.28	RMSE: 23478.073 R2: 0.09
Случайные леса	RMSE: 33404.685 R2: 0.41	RMSE: 14887.854 R2: 0.21	RMSE: 20500.569 R2: 0.36

Дополнительные условия не добавили качества используемым моделям, а более того, в некоторых случаях даже ухудшили результаты. Исключением является модель множественной линейной регрессии, которая показала результат выше 50 %.

Заключение

В данной работе было проведено исследование влияния семи характеристик (признаков) на стоимость авиабилетов в Казахстане на основе данных одного из агрегаторов цен. Несмотря на то, что результаты исследования не показали высокой зависимости между рассматриваемыми характеристиками и ценой авиабилетов, необходимо учитывать, что на стоимость билетов влияет множество факторов, которые не были рассмотрены в данной работе. Важно отметить, что основная доля авиабилетов закупается у казахстанских авиакомпаний, которые подвержены государственному регулированию и экономической ситуации в стране. Возможным способом улучшения результатов является добавление большего числа независимых переменных, однако, необходимо учитывать, что без знания данных о маршрутах полетов это затруднительно. Кроме того, удаление выбросов, как решение, не является статистически корректным, так как это приведет к изменению исходного набора данных.

ЛИТЕРАТУРЫ

- Zhou V. (2019). Machine learning for beginners: An introduction to neural networks //Towards Data Science. – 2019. – Т. 12.
- Etzioni O. et al. (2003). To buy or not to buy: mining airfare data to minimize ticket purchase price //Proceedings of the ninth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. – 2003. – С. 119–128.
- Groves W., Gini M. (2015). On optimizing airline ticket purchase timing //ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST). – 2015. – Т. 7. – №. 1. – С. 1–28.
- Lantseva A. et al. (2015). Data-driven modeling of airlines pricing //Procedia Computer Science. – 2015. – Т. 66. – С. 267–276.
- Tziridis K. et al. (2017). Airfare prices prediction using machine learning techniques //2017 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO). – IEEE, 2017. – С. 1036–1039.



Chen Y. et al. (2015). An ensemble learning based approach for building airfare forecast service //2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data). – IEEE, 2015. – C. 964–969.

Abdella J.A. et al. (2021). Airline ticket price and demand prediction: A survey //Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences. – 2021. – T. 33. – №. 4. – C. 375–391.

Wang T. et al. (2019). A framework for airfare price prediction: a machine learning approach //2019 IEEE 20th international conference on information reuse and integration for data science (IRI). – IEEE, 2019. – C. 200–207.

Chopde N.R., Nichat M. (2013). Landmark based shortest path detection by using A* and Haversine formula //International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering. – 2013. – T. 1. – №. 2. – C. 298–302.

REFERENCES

Zhou V. (2019). Machine learning for beginners: An introduction to neural networks //Towards Data Science. – 2019. – T. 12.

Etzioni O. et al. (2003). To buy or not to buy: mining airfare data to minimize ticket purchase price //Proceedings of the ninth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. – 2003. – C. 119–128.

Groves W., Gini M. (2015). On optimizing airline ticket purchase timing //ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology (TIST). – 2015. – T. 7. – №. 1. – C. 1–28.

Lantseva A. et al. (2015). Data-driven modeling of airlines pricing //Procedia Computer Science. – 2015. – T. 66. – C. 267–276.

Tziridis K. et al. (2017). Airfare prices prediction using machine learning techniques //2017 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO). – IEEE, 2017. – C. 1036–1039.

Chen Y. et al. (2015). An ensemble learning based approach for building airfare forecast service //2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data). – IEEE, 2015. – C. 964–969.

Abdella J.A. et al. (2021). Airline ticket price and demand prediction: A survey //Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences. – 2021. – T. 33. – №. 4. – C. 375–391.

Wang T. et al. (2019). A framework for airfare price prediction: a machine learning approach //2019 IEEE 20th international conference on information reuse and integration for data science (IRI). – IEEE, 2019. – C. 200–207.

Chopde N.R., Nichat M. (2013). Landmark based shortest path detection by using A* and Haversine formula //International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering. – 2013. – T. 1. – №. 2. – C. 298–302.



**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

Ералы Диана Русланқызы

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА

Жадыранова Гульнур Даутбековна

Подписано в печать 15.03.2023.

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