

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**

2024 (18) 2
сәуір – маусым

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 Токсужаевич — 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 Нүргүл 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:

Мрзабаева Раушан Жалиевна — «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: ijict@iitu.edu.kz

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

© Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті АҚ, 2024

© Авторлар ұжымы, 2024

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 Zufарович — 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:

Мрзабаева Раушан Жалиевна — 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, 2024

© Коллектив авторов, 2024

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

Mrzabayeva Raushan Zhalievna — 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: ijct@iitu.edu.kz

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

© International Information Technology University JSC, 2024

© Group of authors, 2024

МАЗМҰНЫ

ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

С. Бушуев, И. Бабаев, Э. Четин БІЛІМ БЕРУДЕГІ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТӨҢКЕРІСІ.....	8
И.И. Изембай ӘЛЕМДЕГІ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІҢ ДАМУ ТЕНДЕНЦИЯЛАРЫ.....	23
Д. Лукьянов, А. Колесников, Т. Олех КҮРДЕЛІ ЖҮЙЕЛЕРДІ БАСҚАРУДАҒЫ ПАЙДА БОЛУ МӘСЕЛЕСІ.....	30
И. Мезенцев ҚАЗАҚСТАНДЫҚ ТӘЖІРИБЕДЕ ЖОБАЛАРДЫ БАСҚАРУДЫҢ НЕГІЗГІ ӘДІСТЕРІ.....	41
А. Мохсин, Н. Барлықбай, С. Маманова ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ІОТ ЖҮЙЕЛЕРІН МАСШТАБТАУ ЖӘНЕ ИНТЕГРАЦИЯЛАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	49
Ю.М. Смирнов, Г.Б. Туребаева, Ж.Б. Дошакова ОҚУ ПРОЦЕСІНДЕ КОМПЬЮТЕРЛІК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІКТЕРІ.....	59

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Г. Алин, А. Конысбаев, Н. Абдикапаров ЖЕЛІЛІК ИНФРАҚҰРЫЛЫМДАРДАҒЫ ҚАУІПТЕРДІ КЕҢЕЙТІЛГЕН АНЫҚТАУ ҮШІН ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІ ПАЙДАЛАНУ.....	70
Н.А. Дауренбаева, Л.Б. Атымтаева, Н.С. Луценко, А. Нұрланұлы ҒИМАРАТТАРДАҒЫ МИКРОКЛИМАТТЫ БАСҚАРУДЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ БІРІКТІРУ: ПЕРСПЕКТИВАЛАР МЕН МҮМКІНДІКТЕР.....	84
А. Мирзакаримова, А.К. Хикметов, Ю. Хлевна АУРУЛАРДЫ ДИАГНОСТИКАЛАУДЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕЛЕРІ: ҚОЛДАНЫСТАҒЫ ҚҰРАЛДАРҒА ШОЛУ.....	98

СОДЕРЖАНИЕ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

С. Бушуев, И. Бабаев, Э. Четин
РЕВОЛЮЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ИТ-ОБРАЗОВАНИИ.....8

И.И. Изембай
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МИРЕ.....23

Д. Лукьянов, А. Колесников, Т. Олех
ПРОБЛЕМА ЭМЕРДЖЕНТНОСТИ В УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫМИ
СИСТЕМАМИ.....30

И. Мезенцев
ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В КАЗАХСТАНСКОЙ
ПРАКТИКЕ.....41

А. Мохсин, Н. Барлықбай, С. Маманова
ПРОБЛЕМЫ МАСШТАБИРУЕМОСТИ И ИНТЕГРАЦИИ IOT-СИСТЕМ В
КАЗАХСТАНЕ.....49

Ю.М. Смирнов, Г.Б. Туребаева, Ж.Б. Дошакова
ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....59

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Г. Алин, А. Конысбаев, Н. Абдикапаров
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ РАСШИРЕННОГО
ОБНАРУЖЕНИЯ УГРОЗ В СЕТЕВЫХ ИНФРАСТРУКТУРАХ.....70

Н.А. Дауренбаева, Л.Б. Атымтаева, Н.С. Луценко, А. Нұрланұлы
ИНТЕГРАЦИЯ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ
МИКРОКЛИМАТОМ В ЗДАНИЯХ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ..... 84

А. Мирзакаримова, А.К. Хикметов, Ю. Хлевна
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ: ОБЗОР
СУЩЕСТВУЮЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ.....98

CONTENTS

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

S. Bushuyev, I. Babayev, Chetin Elmas THE AI REVOLUTION IN IT EDUCATION.....	8
I.I. Izembay TREND IN THE DEVELOPMENT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE WORLD.....	23
D. Lukianov, O. Kolesnikov T. Olekh THE PROBLEM OF EMERGENCE IN THE MANAGEMENT OF COMPLEX SYSTEMS.....	30
I. Mezentsev THE MAIN METHODS OF PROJECT MANAGEMENT IN KAZAKHSTAN'S PRACTICE.....	41
A. Mohsin, N. Barlykbay, S. Mamanova SCALABILITY AND INTEGRATION CHALLENGES OF IOT SYSTEMS IN KAZAKHSTAN.....	49
Yu.M. Smirnov, G.B. Turebaeva, Zh.B. Doshakov POSSIBILITIES OF USING COMPUTER TECHNOLOGIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS.....	59

INFORMATION TECHNOLOGY

G. Alin, A. Konsbayev, N. Abdikaparov HARNESSING ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR ADVANCED THREAT DETECTION IN NETWORK INFRASTRUCTURE.....	70
N.A. Daurenbayeva, L.B. Atymtayeva, N.S. Lutsenko, A. Nurlanuly INTEGRATION OF MACHINE LEARNING FOR MICROCLIMATE MANAGEMENT OPTIMIZATION IN BUILDINGS: PERSPECTIVES AND OPPORTUNITIES.....	84
A. Myrzakerimova, A.K. Khikmetov, Iu. Khlevna AUTOMATED SYSTEMS FOR DIAGNOSING DISEASES: A REVIEW OF EXISTING TOOLS.....	98

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES
ISSN 2708–2032 (print)
ISSN 2708–2040 (online)
Vol. 5. Is. 2. Number 18 (2024). Pp. 49–58
Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz>
<https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.18.2.005>

MPHTH 28.15

SCALABILITY AND INTEGRATION CHALLENGES OF IOT SYSTEMS IN KAZAKHSTAN

A. Mohsin, N. Barlykbay, S. Mamanova*

The International Information Technologies University, Kazakhstan, Almaty.

E-mail: m.farhad@iitu.edu.kz

Mohsin Ali Farhad — PhD, Professor of the Department of Computer Engineering, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: m.farhad@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9737-3273>;

Barlykbay Nazym — master of Technical Sciences, senior lecturer of the Department of Computer Engineering, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: n.barlykbay@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0008-9737-6026>;

Mamanova Symbat — master of Technical Sciences, senior lecturer of the Department of Computer Engineering, International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: s.mamanova@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0001-7277-5492>.

© A. Mohsin, N. Barlykbay, S. Mamanova, 2024

Abstract. This article presents an analysis of the current state of development and integration of Internet of Things (IoT) systems in Kazakhstan. The article goes on to describe a number of key projects and initiatives aimed at the digitalization of various sectors, including smart cities, agriculture, energy and healthcare. The principal obstacles confronting IoT systems in Kazakhstan are delineated, including infrastructural constraints, the high power consumption of devices, cybersecurity, equipment incompatibility, data processing challenges, organizational impediments, financial limitations, the dearth of proficient professionals, and regulatory hurdles. For each challenge, potential solutions are proposed, including the development of network infrastructure, the implementation of energy-efficient technologies, the assurance of cybersecurity, the standardization of devices and protocols, the training of skilled professionals and the creation of an enabling environment for investment. An integrated approach to addressing these challenges will ensure the successful development and implementation of IoT technologies in Kazakhstan, thereby contributing to economic growth, increasing the efficiency of various industries and improving the quality of life of the population.

Keywords: IoT systems in Kazakhstan, IoT, data processing challenges, cybersecurity, flexibility

For citation: A. Mohsin, N. Barlykbay, S. Mamanova. SCALABILITY AND INTEGRATION CHALLENGES OF IOT SYSTEMS IN KAZAKHSTAN//INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2024. Vol. 5. No. 18. Pp. 49–58 (In Eng.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.18.2.005>.



ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ІОТ ЖҮЙЕЛЕРІН МАСШАБТАУ ЖӘНЕ ИНТЕГРАЦИЯЛАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

А. Мохсин, Н. Барлықбай, С. Маманова*

Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: m.farhad@iitu.edu.kz

Мохсин Али Фархад — PhD, компьютерлік инженерия кафедрасының профессоры, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: m.farhad@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9737-3273>;

Барлықбай Назым — техника ғылымдарының магистрі, компьютерлік инженерия кафедрасының сениор-лекторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: n.barlykbay@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0008-9737-6026>;

Маманова Сымбат — техника ғылымдарының магистрі, компьютерлік инженерия кафедрасының сениор-лекторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Алматы, Қазақстан

E-mail: s.mamanova@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0001-7277-5492>.

© А. Мохсин, Н. Барлықбай, С. Маманова, 2024

Аннотация. Бұл мақалада Қазақстандағы ІоТ жүйелерінің дамуы мен интеграциясының қазіргі жағдайы қарастырылады. Ақылды қалалар, ауыл шаруашылығы, энергетика және денсаулық сақтау сияқты түрлі салаларды цифрландыруға бағытталған негізгі жобалар мен бастамалар сипатталған. Қазақстандағы ІоТ жүйелерінің алдында тұрған негізгі проблемалар анықталды, соның ішінде инфрақұрылымдық шектеулер, құрылғылардың жоғары қуат тұтынуы, киберқауіпсіздік, жабдықтың үйлеспеушілігі, деректерді өңдеудегі қиындықтар, ұйымдастырушылық кедергілер, қаржылық шектеулер, білікті мамандардың жетіспеушілігі және реттеуші қиындықтар. Әрбір мәселе бойынша ықтимал шешімдер ұсынылады, оның ішінде желілік инфрақұрылымды дамыту, энергия тиімді технологияларды енгізу, киберқауіпсіздікті қамтамасыз ету, құрылғылар мен хаттамаларды стандарттау, білікті мамандарды даярлау және инвестициялау үшін қолайлы жағдай жасау. Осы міндеттерді шешудің кешенді тәсілі Қазақстанда ІоТ технологияларының табысты дамуын және енгізілуін қамтамасыз етеді, экономикалық өсуге, әртүрлі салалардың тиімділігін арттыруға және халықтың өмір сүру сапасын жақсартуға ықпал етеді.

Түйін сөздер: Қазақстандағы ІоТ жүйелері, ІоТ, деректерді өңдеу қиындықтары, киберқауіпсіздік, икемділік

Дәйексөздер үшін: А. Мохсин, Н. Барлықбай, С. Маманова. ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ІОТ ЖҮЙЕЛЕРІН МАСШАБТАУ ЖӘНЕ ИНТЕГРАЦИЯЛАУ МӘСЕЛЕЛЕРІ// ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ КОММУНИКАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2024. Т. 5. №. 18. 49–58 бет. (ағылшын тілінде). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.18.2.005>.

ПРОБЛЕМЫ МАСШТАБИРУЕМОСТИ И ИНТЕГРАЦИИ ИОТ-СИСТЕМ В КАЗАХСТАНЕ

А. Мохсин, Н. Барлықбай, С. Маманова*

Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан.

E-mail: m.farhad@iitu.edu.kz

Мохсин Али Фархад — PhD, профессор кафедры компьютерной инженерии, Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан

E-mail: m.farhad@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0000-0001-9737-3273>;

Барлықбай Назым — магистр технических наук, сениор-лектор кафедры компьютерной инженерии, Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан

E-mail: n.barlykbay@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0008-9737-6026>;

Маманова Сымбат — магистр технических наук, Сениор-лектор кафедры компьютерной инженерии, Международный университет информационных технологий, Алматы, Казахстан

E-mail: s.mamanova@iitu.edu.kz, <https://orcid.org/0009-0001-7277-5492>.

© А. Мохсин, Н. Барлықбай, С. Маманова, 2024

Аннотация. В данной статье рассматривается текущее состояние развития и интеграции систем Интернета вещей (IoT) в Казахстане. Описаны ключевые проекты и инициативы, направленные на цифровизацию различных отраслей, таких как «умные» города, сельское хозяйство, энергетика и здравоохранение. Выявлены основные проблемы, с которыми сталкиваются IoT-системы в Казахстане, включая инфраструктурные ограничения, высокое энергопотребление устройств, кибербезопасность, несовместимость оборудования, сложности в обработке данных, организационные барьеры, финансовые ограничения, нехватку квалифицированных специалистов и регуляторные вызовы. Для каждой проблемы предложены возможные пути решения, включая развитие сетевой инфраструктуры, внедрение энергоэффективных технологий, обеспечение кибербезопасности, стандартизацию устройств и протоколов, подготовку квалифицированных специалистов и создание благоприятных условий для инвестиций. Комплексный подход к решению этих проблем обеспечит успешное развитие и внедрение IoT-технологий в Казахстане, способствуя экономическому росту, повышению эффективности различных отраслей и улучшению качества жизни населения.

Ключевые слова: IoT в Казахстане, IoT-системы, проблемы обработки данных, кибербезопасность, гибкость

Для цитирования: А. Мохсин, Н. Барлықбай, С. Маманова. ПРОБЛЕМЫ МАСШТАБИРУЕМОСТИ И ИНТЕГРАЦИИ ИОТ-СИСТЕМ В КАЗАХСТАНЕ//МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2024. Т. 5. №. 18. Стр. 49–58. (На англ.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.18.2.005>.

Introduction

In recent years, Kazakhstan has been actively pursuing digital transformation, with the Internet of Things playing a pivotal role in this process. The country is investing in the development of smart cities, agriculture, energy and other sectors, utilizing IoT to enhance the efficiency and quality of life of its citizens.

The Internet of Things, or IoT, is the concept of a network of physical devices equipped with sensors, software, and other technologies that permit their connection to the Internet and communication with each other. These devices can range from domestic appliances and vehicles to industrial machinery and urban infrastructure. The primary objective of IoT is the creation of intelligent systems that are able to gather, analyze, and utilize data in order to enhance various facets of human life and business operations.

The history of IoT (Internet of Things) development in Kazakhstan commenced with the initial steps towards digitalization, during which projects were initiated with the objective of automating and monitoring various processes. These projects were observed in the country during the early 2010s and encompassed areas such as energy and agriculture. Initially, IoT was utilized to enhance the precision and efficacy of data, thereby facilitating more informed decisions and augmented productivity.

Materials and Methods

A comprehensive literature review was conducted to investigate the scalability and integration issues of IoT systems in Kazakhstan. Articles, reports and studies in the field of Internet of Things (IoT) published in the last ten years were analyzed. Scientific databases such as IEEE Xplore, SpringerLink and Google Scholar served as sources of information. Particular attention was paid to publications describing IoT implementation experiences in developing countries in order to identify common trends and specific challenges (Minerva, 2015).

A comprehensive methodology was developed to assess the scalability of IoT systems in Kazakhstan. This methodology includes several key criteria and analysis methods. The purpose of this methodology is to identify the main obstacles and determine ways to overcome them for effective IoT system scaling and integration. Key aspects of the assessment include system performance, architecture flexibility, cost-effectiveness and security.

Evaluation Criteria

System Performance

Number of devices supported: Evaluated the current and maximum number of devices the system can support without significant performance degradation. Load tests and simulations were used to determine overload points.

Amounts of data processed: The system's ability to process large amounts of data in real time was analyzed. Data processing speed, latency, and network bandwidth were examined.

Response Speed: System response time to requests from connected devices. Measurements were made using monitoring tools such as Prometheus and Grafana.

Architectural flexibility

System Adaptability: The ability of the system to adapt to changing requirements without requiring significant changes to its structure. Scaling methods (horizontal and vertical) and support for various communication protocols and standards were evaluated.

Interoperability: The ability of the system to integrate with other platforms and devices. Compatibility with popular IoT platforms and standards (e.g. MQTT, CoAP, HTTP/2) was analyzed.

Security and Reliability

System Vulnerabilities: Identified and assessed potential vulnerabilities in the system that could be exploited for attacks. Security analysis tools such as Wireshark and Metasploit were used.



Security measures: The measures implemented to secure data and devices, including encryption, authentication and access control were analyzed. Compliance with international security standards such as ISO/IEC 27001 was assessed.

System Reliability: Evaluated uptime, resilience to failure, and ability to recover from failures. Stress tests and analyses of redundant mechanisms were conducted (Journal of Internet Services and Information Security, 2015).

Analysis methods

Load tests were conducted to evaluate the system performance under various conditions. Load simulators such as Apache JMeter were used to simulate the behavior of a large number of devices.

Monitoring tools such as Prometheus and Grafana were used throughout the study to collect and visualize system performance data. Monitoring included analyses of response time, throughput and resource utilization.

Economic analysis

Cost analysis techniques, including calculation of total cost of ownership (TCO) and return on investment (ROI), were used to assess economic efficiency. Company financial reports and respondent survey data were analyzed.

Security analysis

Penetration tests and security audits were conducted using tools such as Wireshark and Metasploit to identify vulnerabilities. Data and device protection against various types of attacks was assessed.

A technical analysis of IoT systems in Kazakhstan was conducted with the objective of understanding the current state of technology used in various sectors of the economy and identifying barriers to scalability and integration. The following stages of the analysis were included: examination of system architecture, communication protocols used, data processing methods and security measures.

Study of system architecture

The architecture of various IoT systems used in Kazakhstan was analyzed in detail. Both centralized and decentralized architectures, their features and applicability in different industries were evaluated.

Centralized systems: These systems are based on a cloud architecture where all data is collected and processed in a central server or cloud. The analysis included a study of cloud platforms such as Microsoft Azure IoT, AWS IoT, and Google Cloud IoT.

Decentralized systems: Architectures based on edge computing, where data processing takes place on edge devices, reducing latency and load on central servers, were considered. Examples of edge computing implementations using platforms such as Cisco Edge Intelligence and IBM Edge Application Manager were explored.

Communication protocols

The study involved analyzing the most commonly used communication protocols in Kazakhstan's IoT systems:

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport): A lightweight protocol widely used in IoT to transfer data between devices and servers.

CoAP (Constrained Application Protocol): A protocol designed to work with resource-constrained devices and provide low latency data transfer.

HTTP/2: A protocol used for more reliable and scalable real-time data transfer, especially in cloud architectures.

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network): A protocol for low-power wireless communication used to connect devices in hard-to-reach and remote areas (Uckelmann, 2011).

Data processing methods

Various data processing techniques used in IoT systems have been analyzed:

Stream Processing: Using technologies such as Apache Kafka and Apache Flink to process data in real time. The performance and scalability of these technologies in the context of Kazakhstan's conditions was evaluated.

Data Storage: Databases used to store large amounts of data collected from IoT devices were studied. Solutions such as InfluxDB for time series data and MongoDB for structured and unstructured data were included.

Data Analytics: Methods and tools for big data analytics were considered, including machine learning and artificial intelligence. Platforms such as TensorFlow and Apache Spark used for analyzing IoT data were explored (Sinclair, 2017).

Security measures

The technical analysis also included an evaluation of the security measures implemented in IoT systems:

Data Encryption: Data encryption methods for transmission and storage, such as TLS (Transport Layer Security) and AES (Advanced Encryption Standard), were evaluated.

Authentication and Access Control: Device authentication mechanisms, including the use of certificates, tokens, and multi-factor authentication were examined (MFA).

Intrusion Detection and Prevention (IDS/IPS): Systems for network monitoring and suspicious activity detection such as Snort and Suricata were analyzed.

Results and Discussion

In light of the growing interest in digital technology and innovation, Kazakhstan has commenced a program of investment in the development of infrastructure to support the Internet of Things (IoT). In 2017, the Digital Kazakhstan state program was launched, which has become a key driver in the development of IoT. This program aims to create conditions for the widespread use of digital technologies, including IoT, in various sectors of the economy.

One of the first significant deployments of Internet of Things (IoT) technology in Kazakhstan was the introduction of intelligent electric and water meters. The introduction of these meters led to a significant improvement in resource management, with a reduction in losses. In agriculture, the utilization of IoT technologies to monitor soil and climatic conditions enabled an increase in crop yields and an enhancement in resource utilization efficiency (State program "Digital Kazakhstan, 2017).

Significant projects and initiatives

As part of the development of the Internet of Things (IoT) in Kazakhstan, several notable projects and initiatives have been implemented that contribute to the digital transformation of various industries. This encompasses smart lighting systems that regulate light intensity based on the time of day and the presence of people, traffic management systems that reduce congestion and enhance road safety, and video surveillance and security systems that provide real-time monitoring and incident response.

Agriculture

The agricultural sector in Kazakhstan is actively implementing IoT solutions to monitor and manage agricultural processes. The use of sensors to measure soil moisture, tem-



perature and other climatic parameters allows farmers to more accurately manage irrigation and other agro-technical activities. The implementation of such systems is associated with an increase in crop yields, a reduction in the expenditure of resources, and a minimization of the environmental impact.

Energy

In Kazakhstan's energy sector, the introduction of smart meters and monitoring systems is facilitating the optimization of energy consumption and the reduction of losses. Smart meters provide accurate data on energy consumption in real time, which enables energy companies to manage resource allocation and capacity planning in a more efficient manner. The implementation of such systems helps to reduce costs and improve customer service.

Healthcare

The Internet of Things (IoT) has also found application in Kazakhstan's healthcare sector. Remote patient health monitoring systems, including wearable devices, allow doctors to monitor patients' condition in real time. Such technologies are of particular importance for patients with chronic diseases, as they facilitate the timely detection of changes in health status and the implementation of necessary measures. In the context of the ongoing COVID-19 pandemic, the utilization of IoT solutions to monitor the spread of the virus and to manage medical resources has also demonstrated its efficacy.

For the successful advancement of IoT in Kazakhstan, the support of the government and the establishment of an appropriate regulatory framework are crucial. The government is engaged in the formulation of strategies and programs with the objective of fostering the digitalization of the economy and the development of IoT technologies.

The Digital Kazakhstan program is designed to facilitate the development of the digital economy and infrastructure, including the introduction of IoT. The program encompasses measures to develop infrastructure, support innovation and create favorable conditions for business. Under the program, the government provides support for projects aimed at improving urban infrastructure, agriculture and energy development using IoT technologies.

Regulatory regulation

The development and implementation of regulations governing the use of IoT devices and cybersecurity are crucial aspects of government policy. This encompasses the standardization and certification of devices, as well as the protection of user data. It is of the utmost importance to create a legal framework that promotes the safe and efficient use of IoT technologies.

Educational initiatives

Supporting educational programs and initiatives aimed at training professionals in IoT and related technologies is of paramount importance to the development of the sector. The government and educational institutions are developing training courses and professional development programs to help train qualified personnel to work with IoT technologies.

Consequently, the current state of IoT in Kazakhstan is characterized by a dynamic development and implementation of the technology across various sectors of the economy. Government support and the implementation of significant projects contribute to the digital transformation of the country. However, there are still challenges that need to be addressed to ensure sustainable growth and the integration of IoT systems (Statistics Agency of the Republic of Kazakhstan, 2023).

The scalability challenges of IoT systems

Despite the progress that has been made, Kazakhstan is confronted with a number

of challenges that limit the scalability and effective integration of IoT systems, including infrastructure constraints, the high power consumption of devices, the threat of cybersecurity, the incompatibility of equipment, the complexity of processing large volumes of data, the organizational and management barriers, the lack of skilled professionals, and the regulatory issues. The successful implementation and scaling of IoT systems requires comprehensive solutions that address the technical, economic and managerial aspects. The table below provides a summary of the main challenges to the scalability of IoT systems in Kazakhstan and potential solutions.

Table 1- “Problems of the IoT system in Kazakhstan and solutions”

Issue	Description	Potential solutions
Infrastructural problems	Insufficient network coverage and limited bandwidth in remote and rural areas.	Development of 5G networks improvement of telecommunications infrastructure within the framework of the Digital Kazakhstan program.
Energy constraints	High power consumption of IoT devices, requiring frequent battery replacement or recharging.	Developing more energy efficient devices; utilizing alternative energy sources such as solar panels.
Cybersecurity and data protection	Vulnerability of IoT devices to cyber-attacks and unauthorized access.	Implement security standards such as data encryption and user authentication; develop new security methods.
Compatibility and standardisation	Diversity of devices and platforms using different standards and protocols.	Implementation of international standards and protocols such as MQTT and CoAP; development of national standards and regulations.
Data processing and analysis	The necessity for the rapid processing and analysis of vast quantities of data.	The development of capacities for big data processing and the training of qualified specialists in the field of data analytics are both key objectives of this project.
Organisational and management challenges	The existence of bureaucratic barriers and a lack of a unified coordination strategy across sectors and agencies represents a significant challenge.	The establishment of interdepartmental working groups and the formulation of a unified strategy for digitalization and the integration of IoT systems are two key objectives.
Economic problems	The implementation and operation of IoT systems is associated with significant upfront costs.	The stimulation of investments in Internet of Things (IoT) technologies and the development of the market for financing innovative projects are two key objectives.
Personnel issues	There is a shortage of skilled IoT professionals.	The development of educational programs and courses on the Internet of Things (IoT) is a key area of focus. Additionally, the organization of training courses and professional development programs is a significant aspect of the organization's activities.
Regulatory and legal challenges	The absence of clear regulations and standards governing the use of the Internet of Things (IoT) represents a significant challenge.	The development and implementation of regulations and standards to regulate the use of Internet of Things (IoT) technologies.

Source: authors

The development and scaling of IoT systems in Kazakhstan have the potential to transform various industries and improve the quality of life of citizens. Despite the successes achieved, Kazakhstan faces a number of significant challenges related to infrastructure

constraints, energy requirements of devices, cybersecurity issues, equipment incompatibility, data processing complexity, organizational barriers, financial constraints, staff shortages and regulatory challenges (International Conference “Opening New Era of Smart Society”, 2017).

In order to address these challenges, it is necessary to adopt an integrated approach and to coordinate the efforts of government agencies, the private sector, and educational institutions. Investments in the development of network infrastructure, the introduction of energy-efficient technologies, cybersecurity, the standardization of devices and protocols, and the training of skilled professionals are key steps for the successful integration and scaling of IoT systems (Olivier Hersent, 2012:152).

In order to stimulate investment and create favorable conditions for financing innovative projects, as well as to develop clear regulations and standards, it is necessary to provide a legal framework for the use of IoT technologies. Such an integrated approach will enable Kazakhstan to realize the potential of the Internet of Things, thereby contributing to economic growth, increasing the efficiency of various industries and improving the quality of life of the population.

Conclusion

This article examines the current situation with regard to the development and integration of IoT systems in Kazakhstan, identifies the principal projects and initiatives, and analyses the challenges that the country is facing in its transition to a digital economy. Kazakhstan is actively implementing Internet of Things (IoT) technologies across various sectors, including smart cities, agriculture, energy, and healthcare. This is leading to enhanced efficiency and quality of life for citizens.

Nevertheless, despite the significant progress that has been made, a number of significant challenges remain that impede the scaling and integration of IoT systems. These issues include infrastructural limitations, high energy consumption by devices, cybersecurity threats, incompatibility of equipment, difficulties in data processing and analysis, and organizational challenges. Furthermore, there are managerial, financial, and personnel constraints, as well as regulatory challenges. To overcome these obstacles, a comprehensive approach is essential, encompassing the development of In order to overcome these obstacles, it is necessary to implement a multifaceted approach, encompassing the development of telecommunications infrastructure, the introduction of energy-efficient technologies, the assurance of cybersecurity, the standardization of devices and protocols, and the training of qualified professionals. In order to stimulate investment and create favorable conditions for the financing of innovative projects, it is necessary to develop clear regulatory frameworks and standards. These will provide a robust legal foundation for the deployment of IoT technologies.

These measures will enable Kazakhstan to effectively address current challenges and ensure the sustainable development of IoT systems. As a consequence, the country will be able to exploit the potential of the Internet of Things, which will result in significant economic and social benefits, enhanced competitiveness on the global stage, and the creation of a more conducive environment for the population. The successful integration of IoT technologies will be a pivotal factor in Kazakhstan’s digital transformation, laying the foundation for an innovative future.

REFERENCES

- Minerva R., Biru A., Rotondi D. (2015). Towards a Definition of the Internet of Things (IoT). — Geneva: IEEE, 2015. — 50 p.
- Holler J., Tsiatsis V., Mulligan C., Karnouskos S., Avesand S., Boyle D. (2014). From Machine-to-Machine to the Internet of Things: Introduction to a New Age of Intelligence. — Amsterdam: Elsevier, 2014. — 352 p.
- International Conference on Advanced Communications Technology. — “Opening New Era of Smart Society”, — 2017. — Retrieved from: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7890195>
- Olivier Hersent, David Boswarthick, Omar Elloumi (2012). “The Internet of Things: Key Applications and Protocols”. — 2012. — 500 p.
- Uckelmann D., Harrison M., Michahelles F. (2011). Architecting the Internet of Things. — Berlin: Springer, 2011. — 353 p.
- Sinclair B. (2017). IoT Inc: How Your Company Can Use the Internet of Things to Win in the Outcome Economy. — New York: Apress, — 2017. — 289 p.
- Sicari Sabrina, Rizzardi Alessandra, Grieco Luigi Antonio, Coen-Portisini Alberto (2015). — Journal of Internet Services and Information Security, 2015. — 29 p.
- State program “Digital Kazakhstan” (2017). Ministry of Digital Development, Innovation and Aerospace Industry of the Republic of Kazakhstan. — Retrieved from: <https://digitalkz.kz>
- Statistics Agency of the Republic of Kazakhstan (2023). Statistical data on the development of information and communication technologies in Kazakhstan. — Retrieved from: <https://stat.gov.kz>

**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

Раушан Жалиқызы

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА

Асанова Жадыра

Подписано в печать 14.06.2024.

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