

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 (14) 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)

РЕДАКЦИЈАЛЫҚ 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 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)

Белошицкая 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: ijict@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 Удoктор технических 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: ijct@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

А.С. Байтабенова, Қ.Е. Ахметбекова

АКЕЛИУС ЦИФРЛЫҚ ПЛАТФОРМАСЫН ПАЙДАЛАНУ ОРЫС (ТУҒАН ЕМЕС)
ТІЛІН ОҚЫТУ ПРОЦЕСІН ҰЙЫМДАСТЫРУ.....8

У.Ж. Жумабаева

ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, НЕГІЗГІ
МЕКТЕПТЕ ИНФОРМАТИКАДАН ОҚУ ҮДЕРІСІН
МАТЕРИАЛДЫҚ-ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАБДЫҚТАУ.....18

Б.С. Жумагулова, Д.А. Алиева

ЦИФРЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ ОРТА АКЕЛИУС АРАЛАС ОҚЫТУ ҚҰРАЛЫ РЕТИНДЕ.....27

А.Т. Оналбаева, А. Берлинова

“AUYL-SCHOOL.KZ” ЦИФРЛЫҚ БІЛІМ БЕРУ РЕСУРСЫ.....41

П.С. Полубинский

IT-МАМАНДЫҚ СТУДЕНТТЕРІ ҮШІН «ШЕТ ТІЛ» ПӘНІ БОЙЫНША
САБАҚТАРДА БІЛІМ БЕРУ АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУ ПРАКТИКАСЫ.....53

А.И. Тәжіғұлова, Г.Б.Ахметова

МЕКТЕПТЕРДЕ ҚОЛДАНУ ЖӘНЕ ЕНГІЗУ БОЙЫНША НҮСҚАУЛЫҚТАР
«МЕКТЕБІНДЕГІ ЦИФРЛЫҚ ОРТА».....61

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

А.Н. Мырзакулова

БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІ ТЕКСЕРУДІ АВТОМАТТАНДЫРУ
ПРОЦЕСІНДЕ СНАТГРТ ЕНГІЗУ ТӘСІЛДЕРІ.....73

Д. Отыншин

НЕГІЗГІ ЖІПТІ ТҮСІРУ АРҚЫЛЫ NODE.JS ҚОЛДАНБАСЫН ОҒТАМАНДЫРУ.....82

Б.К. Синчев, О. Danchenko

Р & NP СЫНЫПТАРЫНА АРНАЛҒАН МЫҢЖЫЛДЫҚ МӘСЕЛЕ ТУРАЛЫ.....94

Ш.А. Тойғабыл, Г.К. Сембина

МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУДЫ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ ЦИФРЛЫҚ САУАТТЫЛЫҚ
ДЕҢГЕЙІН ТАЛДАУ.....102

СОДЕРЖАНИЕ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А.С. Байтабенова, К.Е. Ахметбекова
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ РУССКОМУ (НЕРОДНОМУ) ЯЗЫКУ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ AKELIUS.....8

У.Ж. Жумабаева
МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В НАЧАЛЬНОЙ ШКОЛЕ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ.....18

Б.С. Жумагулова, Д.А. Алиева
ЦИФРОВАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА АКЕЛИУС КАК ИНСТРУМЕНТ
СМЕШАННОГО ОБУЧЕНИЯ.....27

А.Т. Оналбаева, А. Берлинова
ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ РЕСУРС “AUYL-SCHOOL.KZ”.....41

П.С. Полубинский
ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК» ДЛЯ СТУДЕНТОВ IT-СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ.....53

А.И. Тажигулова, Г.Б. Ахметова
«ЦИФРОВАЯ СРЕДА НА БАЗЕ ШКОЛЫ» РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ
И ВНЕДРЕНИЮ В ШКОЛАХ.....61

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

А.Н. Мырзакулова
ПОДХОДЫ ВНЕДРЕНИЯ SNAATGPT В ПРОЦЕСС АВТОМАТИЗАЦИИ
ТЕСТИРОВАНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....73

Д. Отыншин
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИЛОЖЕНИЯ NODE.JS
ПОСРЕДСТВОМ РАЗГРУЗКИ ОСНОВНОГО ПОТОКА.....82

Б.К. Синчев, О. Danchenko
О ПРОБЛЕМЕ ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ ДЛЯ КЛАССОВ P & NP.....94

Ш.А. Тойгабыл, Г.К. Сембина
АНАЛИЗ УРОВНЯ ЦИФРОВОЙ ГРАМОТНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....102

CONTENTS

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

A.S. Baitabenova, K.E. Akhmetbekova

ORGANIZATION OF THE PROCESS OF TEACHING THE RUSSIAN (NON-NATIVE)
LANGUAGE USING THE AKELIUS DIGITAL PLATFORM.....8

U.Zh. Zhumabaeva

MATERIAL AND TECHNICAL EQUIPMENT FOR STUDYING INFORMATION
TECHNOLOGIES IN THE PRIMARY SCHOOL USING AUGMENTED REALITY
TECHNOLOGIES.....18

B.S. Zhumagulova, D.A. Aliyeva

AKELIUS DIGITAL LEARNING ENVIRONMENT AS A TOOL FOR BLENDED
LEARNING.....27

A.T. Onalbayeva, A. Berlinova

DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCE “AUYL-SCHOOL.KZ”.....41

P.S. Palubinski

APPLICATION OF THE EDUCATIONAL INFORMATION AND COMMUNICATION
TECHNOLOGIES FOR TEACHING FOREIGN LANGUAGES TO STUDENTS
MAJORING IN INFORMATION TECHNOLOGIES.....53

A.I. Tazhigulova, G.B. Akhmetova

"SCHOOL-BASED DIGITAL ENVIRONMENT" GUIDELINES FOR APPLICATION
AND IMPLEMENTATION IN SCHOOLS.....61

INFORMATION TECHNOLOGY

A.N. Myrzakulova

APPROACHES OF IMPLEMENTATION CHATGPT IN A SOFTWARE TESTING
AUTOMATION PROCESS.....73

D. Oтынshin

OPTIMIZING NODE.JS APPLICATION PERFORMANCE THROUGH MAIN
THREAD OFFLOADING.....82

B.K. Sinchev, O. Danchenko

ON THE MILLENNIUM PROBLEM FOR P & NP CLASSES.....94

S.A. Toygabyl, G.K. Sembina

ANALYSIS OF THE LEVEL OF DIGITAL LITERACY USING MACHINE
LEARNING.....102

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES
ISSN 2708–2032 (print)
ISSN 2708–2040 (online)
Vol. 4. Is. 2. Number 14 (2023). Pp. 94–101
Journal homepage: <https://journal.iitu.edu.kz>
<https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.14.2.009>
УДК 615.035.4

ON THE MILLENNIUM PROBLEM FOR P & NP CLASSES

B.K. Sinchev¹, O. Danchenko²

Sinchev Bakhtgeryy Kuspanovich — Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of "Information Systems" of the International Information Technology University (Kazakhstan)
<https://orcid.org/0000-0001-8557-8458>. E-mail: sinchev@mail.ru.

O. Danchenko — d.tech.science, professor, CHERKASY STATE TECHNOLOGICAL UNIVERSITY (Ukraine)

© B.K. Sinchev, O. Danchenko, 2023

Abstract. The problem of equality of classes P and NP is reduced to solving the problem of the sum of subsets \subseteq , set of positive integers without repetitions. Linear (or quadratic) solvability of the formulated problem, which belongs to the NP-complete class, is proved. The required space is . Thus, the linear solvability and completeness of the subset sum problem confirm the equality of the classes P and NP.

Keywords: classes P, NP, NP-complete, set, subset, cardinality, time, space

For citation: B.K. Sinchev, O. Danchenko. On the Millennium Problem for P & NP Classes // International Journal of Information and Communication Technologies. 2023. V. 4. No. 2. Pp. 94–101 (In Russian). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.14.2.009>.

Р & NP СЫНЫПТАРЫНА АРНАЛҒАН МЫҢЖЫЛДЫҚ МӘСЕЛЕ ТУРАЛЫ

Б.К. Синчев¹, О. Данченко²

Синчев Бахтгерей Куспанович — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Ақпараттық желілер» кафедрасының профессоры (Қазақстан)
<https://orcid.org/0000-0001-8557-8458>. E-mail: sinchev@mail.ru.

O. Danchenko — техника ғылымдарының докторы, ғылым, профессор, ЧЕРКАССЫ МЕМЛЕКЕТТІК ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ (Украина)

© Б.К. Синчев, О. Данченко, 2023

Аннотация. Р және NP кластарының теңдігі мәселесі ішкі жиындардың $\leftrightarrow S$ қосындысының есебін шешуге келтірілді: \subseteq , қайталанбайтын натурал сандар жиыны. NP-толық класына жататын тұжырымдалған есептің сызықтық (немесе квадраттық) шешілетіндігі дәлелденді. Қажетті кеңістік. Осылайша, жиынтық қосынды есебінің сызықтық шешілетіндігі және толықтығы Р және NP кластарының теңдігін растайды.



Түйін сөздер: P, NP, NP кластары-толық, жиынтық, ішкі жиын, кардиналдық, уақыт, кеңістік

Дәйексөз үшін: Б.К. Синчев, О. Danchenko. P & NP сыныптарына арналған мыңжылдық мәселесі туралы // Ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың халықаралық журналы. 2023. V. 4. № 2. Б. 94–101 (орыс тілінде). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.14.2.009>.

О ПРОБЛЕМЕ ТЫСЯЧЕЛИТИЯ ДЛЯ КЛАССОВ P & NP

Б.К. Синчев¹, О. Danchenko²

Синчев Бахтгерей Куспанович — техника ғылымдарының докторы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Ақпараттық желілер» кафедрасының профессоры (Қазақстан) <https://orcid.org/0000-0001-8557-8458>. E-mail: sinchev@mail.ru.

О. Danchenko — Данченко Елена, доктор технических наук, профессор, ЧЕРКАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (Украина)

© Б.К. Синчев, О. Danchenko, 2023

Аннотация. Проблема равенства классов P и NP сведена к решению задачи о сумме подмножеств \subseteq , множество целых положительных чисел без повторений. Доказана линейная (либо квадратичная) разрешимость поставленной задачи, которая принадлежит классу NP-complete. Требуемое пространство равно. Таким образом, линейная разрешимость и полнота subset sum problem подтверждают равенство классов P и NP.

Ключевые слова: классы P, NP, NP-complete, множество, подмножество, мощность, время, пространство

Для цитирования: Б.К. Синчев, О. Danchenko. О проблеме тысячелетия для классов P & NP // Международный журнал информационных и коммуникационных технологий. 2023. Т. 4. № 2. Стр. 94–101 (На рус.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.14.2.009>.

Введение

Проблема равенства классов P и NP является центральной открытой проблемой не только в теории алгоритмов (классов сложности), но и всей математики. Эта задача была сформулирована Стивеном Куком в 1971 году и до сих пор остается нерешенной. Класс NP характеризуется как «трудно решить, легко проверить». Важным подходом исследования проблемы тысячелетия является анализ задач из класса NP-complete, «самых сложных» в классе NP. В 2000 году за доказательство утверждения $P=NP$ или за доказательство его опровержения математическим институтом Клэя назначена премия в один миллион долларов США. Во-первых, задача о сумме подмножеств принадлежит классу NP-complete. Во-вторых, известная теорема, если некоторая NP-полная задача разрешима за полиномиальное время, то $P = NP$. В-третьих, многие ученые хотят доказать общее утверждение, что любая быстро проверяемая проблема также может быть решена быстро. Эти отмеченные утверждения открывают широкие границы достижения поставленной проблемы. Основными методами исследования этой проблемы являются



экспоненциальные алгоритмы, которые просматривают подмножества исходного множества с мощностью от единицы до длины входа (Horowitz & Sanni, 1974; Schroepel & Shamir 1981), и метод полного перебора исследует подмножества мощности от единицы до некоторой константы, меньшей и не зависящей от длины входа. Вычислительная сложность задачи о сумме подмножеств зависит от двух параметров — мощности и точности p (определяется как число двоичных разрядов в числах, составляющих множество).

В работах (Sinchev et al., 2019; Sinchev et al., 2020) уменьшены в два раза эта константа и время выполнения алгоритма, а в (Синчев, 2021) установлена верхняя граница мощности подмножества. Получен патент США (Sinchev, 2019b). Таким образом, основной характеристикой при расчете времени является мощность исходного множества и их непосредственно выбираемых подмножеств для решения поставленной проблемы.

Вопрос о равенстве классов P и NP до сих пор не решен, многие специалисты склонны считать, что они не равны. В поддержку этого мнения приводится довод, что уже на протяжении более чем пяти десятилетий не было найдено алгоритма с полиномиальным временем выполнения ни для одной из более 3000 известных NP-complete задач. Окончательную точку в споре поставит лишь строгая математическая оценка сверху мощности выбираемых подмножеств.

Постановка задач. Дано отсортированное (не обязательное условие) множество положительных целых чисел X^n мощности $n = |X^n|$ без повторений и целое число S . Требуется выяснить, во-первых, возможно ли выбрать хотя бы одно подмножество x^k мощности $k = |X^k|$, сумма элементов которого была равна сертификату S во-вторых, выбрать все подмножества, сумма элементов каждого из подмножеств была равна сертификату S .

Тогда формальная постановка задачи о сумме подмножеств в параметризованной форме имеет вид:

$$S: \exists X^k \subseteq X^n, X^k \neq \emptyset, \sum_{x_i \in X^k} x_i = S. \quad (1)$$

Введем отсортированное (не обязательное условие) множество натуральных чисел $N^n = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ мощности $n = |N^n|$, которое является частным случаем множества N^n задачи о сумме подмножеств и обозначения. Без потерь общности в множество можно включить число ноль, тогда $N^n = \{0, 1, 2, 3, \dots, n-1\}$. Справедлива следующая постановка о сумме подмножеств $N^k \subseteq N^n$ мощности $k = |N^k|$ с заданным индексным сертификатом S_k в параметризованной форме:

$$s_k: \exists N^k \subseteq N^n, \sum_{n_i \in N^k} n_i = s_k, q = q(s_k, N^k), \quad (2)$$

где функция-счетчик $q = q(s_k, N^k)$ вычисляет количество подмножеств N_k при заданных значениях индексного сертификата нижний индекс которого связан с мощностью k .



Задача (2) исключает из вычислительной сложности задачи (1) параметр точности p , и тем самым, облегчает решение задачи (1). Набор элементов подмножества N^k определяется на основе функции сочетания k .

$$C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!} \tag{3}$$

Каждое подмножество N^k состоит из k элементов множества N^n .

Методы решения поставленных задач. Предлагается новый подход по решению поставленной задач (1) и (2) и формированию аппарата работы с индексами множества X^n на основе множества N^n с целью нахождения полного набора подмножеств X^k , которые полностью описываются с помощью подмножества N^k мощности k . Согласно функции сочетания(3) найдем диапазон

$$s_k \in [s_k^{min}, s_k^{max}], \tag{4}$$

где $s_k^{min} = \frac{(k+1)k}{2}, s_k^{max} = kn - \frac{(k-1)k}{2}$. Здесь переменная $m_k = s_k^{max} - s_k^{min} + 1$ определяет количество уникальных индексных сертификатов.

Лемма1. Пусть $k = 2$ и задано множество N^n . Тогда $\exists s_2 = s_2^*$ такое, что

$$q^* = \max_{s_2} q(s_2, N^2), T \leq O(\max_{s_2} q(s_2, N^2)) \leq O\left(\frac{n}{2}\right) < < O(m_k), S = O\left(\frac{(n-1)n}{2}\right) < O(n^2),$$

Доказательство. Положим $N^n = N^9 = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$ мощности $n=9$. Для построения треугольной матрицы порядка 8×8 ($(n-1) \times (n-1)$) без скобок:

$$\begin{matrix} 12 & 13 & 14 & 15 & 16 & 17 & 18 & 19 \\ & 23 & 24 & 25 & 26 & 27 & 28 & 29 \\ & & 34 & 35 & 36 & 37 & 38 & 39 \\ & & & 45 & 46 & 47 & 48 & 49 \\ & & & & 56 & 57 & 58 & 59 \\ & & & & & 67 & 68 & 69 \\ & & & & & & 78 & 79 \\ & & & & & & & 89 \end{matrix} \tag{5}$$

(достаточно применить оператор конкатенации \oplus) присоединить цифру 1 к элементам

множества N^9 (данное множество представляет собой одномерный массив) начиная со второго элемента и до конца; затем присоединить цифру 2 к элементам этого множества, начиная с третьего элемента и до конца, и так далее- пока не получим последний элемент (89). Количество подмножеств N^2 совпадает с значением функции сочетания $C_n^2 = 36$. Матрица(5) описывает все необходимые индексы, по которым можно найти все подмножества но и определяет индексные



сертификаты $s_2 = n_i + n_j, n_i, n_j \in N^n$. Поэтому можем перейти к следующему шагу доказательства и определяем диапазон(4), то есть, $s_2 \in [s_2^{min}, s_2^{max}] = [3, 17]$ и таких уникальных индексных сертификатов будет $m_2 = 15$. Далее задаем текущее значение s_2 , представляющее собой сумму индексов, и определяем принадлежность этого значения элементу той или иной диагонали треугольной матрицы(5), а именно: $s_2 = 3 \rightarrow (12)$, $s_2 = 4 \rightarrow (13)$, $s_2 = 5 \rightarrow (14\ 23)$, $s_2 = 6 \rightarrow (15\ 24)$, $s_2 = 7 \rightarrow (16\ 25\ 34)$, $s_2 = 8 \rightarrow (17\ 26\ 35)$, $s_2 = 9 \rightarrow (18\ 27\ 36\ 45)$, $s_2 = 10 \rightarrow (19\ 28\ 37\ 46)$, $s_2 = 11 \rightarrow (29\ 38\ 47\ 56)$ и так далее $s_2 = 17 \rightarrow (89)$. В свою очередь, функция-счетчик удовлетворяет неравенству $q = q(s_2, N^2) < m_2$ и определяет повторяемость заданного значения индексного сертификата другими словами, определяет принадлежность этого значения элементу той или иной диагонали треугольной матрицы(5), а решение задачи максимизации запишем в виде:

$q^* = \max_{s_2} q(s_2, N^2) = q(s_2^*, N^2) = \binom{n}{s_2} = 4$ для $s_2^* = 9 \rightarrow (18\ 27\ 36\ 45)$, $s_2^* = 10 \rightarrow (19\ 28\ 37\ 46)$, $s_2^* = 11 \rightarrow (29\ 38\ 47\ 56)$. Следовательно, максимальное количество подмножеств N^2 , удовлетворяющих индексному сертификату s_2^* в наборе равно 4. Последнее определяет максимальное количество подмножеств X^2 . Действительно, для других значений индексного сертификата s_2 значение $q < 4$ для множества N^9 . И, наконец, обобщая полученные результаты для множества N^n достаточно треугольную матрицу(5) порядка $(n-1) \times (n-1)$ представить в виде:

$$\begin{matrix}
 12\ 13\ \dots\dots\dots 1\ n-1\ 1\ n \\
 23\ 24\ \dots\dots\dots 2\ n-1\ 2\ n \\
 \dots\dots\dots \\
 n-2\ n-1\ n-1\ n \\
 n-1\ n
 \end{matrix} \tag{6}$$

Тогда время работы алгоритма $T = O(n)$, полученное в работе, уменьшится в два раза: $T \leq O\left(\frac{n}{2}\right)$ требуемое пространство $S = O\left(\frac{(n-1)n}{2}\right) < O(n^2)$.

Для $k \geq 3$ на основе леммы1 и оператора конкатенации \oplus разработаны алгоритмы генерации двумерных треугольных матриц с учетом равенства $C_n^k = C_n^{n-k}$ более эффективные по сравнению в [7] и далее можем сформулировать в общем виде с оценкой сверху на время выполнения алгоритма выборки подмножеств N^k, X^k

Лемма 2. Пусть заданы множество N^n и параметр m_k . Тогда время выборки подмножества $N^k \subseteq N^n$ и требуемое пространство удовлетворяют условиям $T < O(kn)$, $S \leq O\left(\frac{(n-1)*n}{2}\right)$.

Доказательство. Согласно лемме1 найдем $m_k = s_k^{max} - s_k^{min} + 1 = kn - \frac{(k-1)k}{2} - \frac{k(k+1)}{2} + 1$. Из этих формул имеем оценку $m_k < kn$. Согласно предложенному выше подходу получим $T < O(k(n-k) + 1) < O(kn)$, $S \leq O\left(\frac{(n-1)*n}{2}\right)$. С другой стороны, более точные оценки на время T можем получить через функцию-счетчик $q = q(s_k, N^k)$, которая определяет повторяемость заданного значения индексного сертификата s_k и удовлетворяет условию: $q^* = \max q(s_k, N^k) = q(s_k^*, N^k) < m_k$. Поэтому время выполнения алгоритма равно $T \leq O\left(q(s_k^*, N^k)\right)$,



требуемое пространство берется из леммы 1. Таким образом, время T и требуемое пространство S удовлетворяют условиям:

$$T \leq O(q(s_k^*, N^k)) < O(kn) < O(n^2), S \leq O\left(\frac{(n-1)*n}{2}\right) < O(n^2) \tag{7}$$

Остается открытым вопрос о связи сертификата задачи (1) с индексным сертификатом s_k задачи (2).

Теорема 1. Пусть выполнено условие $\sum_{x_i \in X^k} x_i = S$. Тогда существуют подмножества $X^k \subseteq X^n$, $N^k \subseteq N^n$ мощности и индексный сертификат s_k такие, что $q(S, X^k) \leq q(s_k, N^k)$.

Доказательство. Выполнение первого условия теоремы означает, что сумма всех k элементов подмножества X_k определяется так

$$x_i + x_j + \dots + x_g + x_h = S, i \neq j \neq \dots \neq g \neq h; x_i, x_j, \dots, x_g, x_h \in X^k \subseteq X^n \tag{8}$$

Из соотношения (9) легко находится индексный сертификат

$$n_i + n_j + \dots + n_g + n_h = s_k; n_i, n_j, \dots, n_g, n_h \in N^k \subseteq N^n \tag{9}$$

На основе выше доказанных лемм при известных значениях мощности k и индексного сертификата s_k находятся все возможные подмножества N_k такие, что $\sum_{n_i \in N^k} n_i = s_k$. Помимо последнего условия(9) должно выполняться ограничение(8), поэтому $q(S, X^k) \leq q(s_k, N^k)$.

Следующая теорема показывает связь между произвольным сертификатом S задачи (1) и произвольным индексным сертификатом s задачи (2). Поэтому введем следующие величины:

$$\sum_{n_i \in N^n} n_i = N \tag{9}$$

$$\sum_{x_i \in X^n} x_i = S \tag{10}$$

Теорема 2. При заданном сертификате задачи о сумме подмножеств (1) индексный сертификат задачи (2) находится по формуле

$$s = \left\lfloor \frac{NS}{S} \right\rfloor - 1 \vee \left\lceil \frac{NS}{S} \right\rceil \vee \left\lfloor \frac{NS}{S} \right\rfloor + 1. \tag{11}$$

Доказательство. Первая формула (9) определяет сумму всех индексов множества N^n , а вторая (10)–сумму всех элементов множества X^n . Тогда справедливо соотношение $\frac{s}{S} \approx \frac{S}{N}$, которое следует из теорем о среднем. Учитывая делимость нацело и свойства комбинаторных задач (1) и (2), получаем искомую формулу (11).

Вследствие того, что $s = s_k$, но мощность k неизвестна для подмножества N^k и, в том числе, и мощность k для подмножества X^k при заданном значении сертификата S неизвестна, однако индексный сертификат должен удовлетворять неравенству $s_k^{min} \leq s \leq s_k^{max}$ следующего из диапазона (4). Нетрудно записать диапазоны(4) для каждой мощности k подмножества N^k из множества N^n , а именно, $N^8 = \{1,2, \dots, 8\}$ при $k = 2, s_2 \in [3,15], k = 3, s_3 \in [6,21], k = 4, s_4 \in [10,26], k = 5, s_5 \in [15,30], k = 6, s_6 \in [21,33]$. В частности, пересечение первых четырех диапазонов позволяет найти мощности $k = 2 \vee 3 \vee 4 \vee 5$.



Ввиду многозначности введем коэффициент принадлежности a_k , удовлетворяющей равенствам:

$$\alpha_k s_k^{\min} + (1 - \alpha_k) s_k^{\max} = s, \quad \alpha_{k+1} s_{k+1}^{\min} + (1 - \alpha_{k+1}) s_{k+1}^{\max} = s, \quad (12)$$

где $k = 2, 3, \dots, \sqrt{n}$. Верхняя оценка на мощность k найдена в [5]. Тогда справедлива

Теорема 3. Пусть индексный сертификат s вычисляется по формуле (11). Если коэффициенты принадлежности удовлетворяют неравенству $\alpha_k < \alpha_{k+1}$, тогда индексный сертификат $s \in [s_k^{\min}, s_k^{\max}]$ и $s_k \equiv s$.

Доказательство. Ввиду выпуклости множества N^n введенные формулы (12) справедливы. Поэтому вычислим коэффициенты принадлежности a_k и a_{k+1} на основе формул (12) для каждого значения $k = 2 \vee k = 3$ и далее при условии при условии $s \leq m_k$. Если $\alpha_k < \alpha_{k+1}$, тогда условия теоремы выполнены. Проверка неравенства $\alpha_k < \alpha_{k+1}$ осуществляется только для соседних значений k .

Пример. Даны множества $X^8 = \{10, 14, 17, 20, 36, 38, 43, 47\}$, $N^8 = \{1, 2, \dots, 8\}$, $S = 60$, $s = 225$, $\mathcal{N} = 36$. На основе леммы и теоремы вычислим индексный сертификат s на основе формулы (11): в случае $S = 60$ имеем $s = \frac{36 \cdot 60}{225} = [9, 6] = 9 \vee 10$. Согласно теореме 3 коэффициенты принадлежности $\alpha_2 = 0,4166$, $\alpha_3 = 0,7333$. Из условия $\alpha_2 < \alpha_3$ имеем, что $k = 2$ и $s = s_2$, $s \in [3, 15]$. Индексный сертификат $s = 9$ позволяет найти подмножества $N^2 = \{1, 8\} \vee \{2, 7\} \vee \{3, 6\} \vee \{4, 5\}$, однако все подмножества $X^2 = \emptyset$. Поэтому при $s = 10$, $N^2 = \{2, 8\} \vee \{3, 7\} \vee \{4, 6\}$. Среди найденного набора N^2 имеется подмножество $N^2 = \{3, 7\} \leftrightarrow x_3 + x_7 = 60$, $X^2 = \{17, 43\}$.

Заключение

Доказаны леммы и теоремы, определяющие решение задачи о сумме подмножеств и на основе которых разработан аналитический аппарат работы управления индексами исходного множества. Введен индексный сертификат s_k , который определяет мощность требуемого подмножества и показана его связь с сертификатом S . Разработан новый механизм управления индексами множества X^k , который позволил существенно сократить время выборки подмножеств X^n , удовлетворяющих сертификату S . Ввиду того, что установлена линейная (либо квадратичная) разрешимость задачи о сумме подмножеств из класса NP-complete, поэтому на основе известной теоремы (известная теорема утверждает, что если некоторая NP-полная задача разрешима за полиномиальное время, то $P = NP$) следует равенство классов P и NP . Приведены примеры, подтверждающие справедливость полученных результатов.

ЛИТЕРАТУРА

- Akl S.G. (1987). Adaptive and optimal algorithms for enumerating permutations and combinations. The Computer Journal, 30, 433–436.
- Horowitz E., & Sanni S. (1974). Computing partitions with application to the knapsack problem. Journal of the ACM (JACM), 21, 277–292.
- Schroepfel R. & Shamir A. (1981). A $T=O(2^n/2)$, $S=O(2^n/4)$ algorithm for certain NP-complete problem. SIAM Journal on Computing, 10(3), 456–464.
- Sinchev B., Sinchev A., Akzhanova J. & Murhanova A. (2019). New methods of information search. I. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 3(435), 240–246.



Sinchev B., Sinchev A., Akzhanova J., Issekeshov Y. & Mukhanova A. (2020). Polynomial time algorithms for solving NP-complete problems. News of the National Academy of Sciences of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 3(441), 97–101.

Sinchev B. (2021). O polinomial'noy razreshimosti klassa NP-complete. International Journal of Information and Communication Technologies, 2(8), 67–71.

Sinchev B., Sinchev A. & Akzhanova Z. (2019b). Computing network architecture for reducing a computing operation time and memory usage associated with determining, from a set of data elements, a subset of at least two data elements, associated with a target computing operation result. Patent USPTO 10,394,555 B1, 38 p.



**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 15.06.2023.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать - ризограф.6,5 п.л. Тираж 100
050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09).