

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 (19) 3

шілде - қыркүйек

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

БАС РЕДАКТОР:

Исахов Асылбек Абдинашмович — басқарма төрағасы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ректоры, есептеу теориясы саласындағы математика бойынша PhD докторы, “Компьютерлік ғылымдар және информатика” бағыты бойынша қауымдастырылған профессор (Қазақстан)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

ҒАЛЫМ ХАТШЫ:

Иналакова 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, Абергей 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 Кусанович — 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 Асқарбековна — 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)

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

ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР:

Мрзабаева Раушан Жәліқызы — «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:

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

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

Микеле Пагано — PhD, профессор Университета Пизы (Италия)

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

Рысбайулы Болатбек — доктор физико-математических наук, профессор, профессор 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 имени 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: ijct@iitu.edu.kz

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

© АО Международный университет информационных технологий, 2024

© Коллектив авторов, 2024

EDITOR-IN-CHIEF:

Iskhov Asylbek Abdiashimovich — PhD in Mathematics specializing in Computability Theory and Associate Professor in Computer Science and Informatics, 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 Miscevicz 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 Zhalieva — 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

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Г.Т. Алин

БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ҚҰРАМДЫ ЖАСАУ ЖОБАСЫН БАСҚАРУ: ЖОБАДА
МЕТРИКА ЖӘНЕ САПА БАСҚАРУ.....8

Ж. Досбаев, Л. Илипбаева, А. Сулиман

ОҚИҒАЛАРДЫ АУДИОСИГНАЛДАР НЕГІЗІНДЕ ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІ
НЕГІЗІНДЕ АНЫҚТАУ.....23

А.Б. Ембердіева, I.C. Young, С.Е. Маманова, С.Б. Муханов

ЖАСАНДЫ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚҰРУ ҮШІН КЕРІ ТАРАЛУ ӘДІСІНІҢ
МАТЕМАТИКАЛЫҚ ТӘСІЛІ.....32

Р. Лисневский, М. Гладка, С. Билощицкая

ІОТ ШЕШІМДЕРІН ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ЖЕЛІДЕГІ ЭНЕРГИЯ ШЫҒЫНЫН
ТАЛДАУ.....49

А. Мырзакерімова, А. Хикметов

МЕДИЦИНАДАҒЫ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕР: ДИАГНОСТИКА
ПРОЦЕСІН АВТОМАТТАНУДАҒЫ ЗАМАНАУ ТӘСІЛДЕР.....60

А.Б. Нургалыков, А.М. Әкім

ANDROID ЖҮЙЕСІНДЕ КОРУТИНДЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ
КӨПТАПСЫРМАЛЫЛЫҚТЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ: ӨНІМДІЛІКТІ
САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ.....71

Ю. Соқыран, Т. Бабенко, И. Пархоменко, Л. Мирутенко

OSINT ЗЕРТТЕУЛЕРІН ЖҮРГІЗУДІҢ КОМПЬЮТЕРЛІК КӨРУ ӘДІСТЕРІ..80

Д. Утебаева, Л. Илипбаева

БАҒДАРЛАМАМЕН АНЫҚТАЛАТЫН РАДИО-ЖҮЙЕНІҢ (SDR) ЖӘНЕ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ АКУСТИКАЛЫҚ СЕНСОРДЫҢ
ОРЫНДАУ ҚАБІЛЕТТЕРІН ҮШҚЫШСЫЗ ҮШУ
АППАРАТТАРЫН ТАНУҒА САЛЫСТЫРМАЛЫ ЗЕРТТЕУ.....90

АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ЖӘНЕ КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРҒА АРНАЛҒАН

Н.Т. Дузбаев, А. Макеев, Е.Е. Оспанов

КӘСІПОРЫНДАРДАҒЫ ӨНДІРІСТІК АВТОМАТТАНДЫРУ ЖӘНЕ
БАСҚАРУ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ ҚАУІПСІЗДІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ
ӘДІСТЕРІН ӨЗІРЛЕУ.....99

А. Макеев

ӨНЕРКӘСІПТІК КӘСІПОРЫНДАРДЫ ҚОРҒАУДЫҢ АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН
ЖҮЙЕСІ.....115



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Г.Т. Алин

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ:
УПРАВЛЕНИЕ КОНФИГУРАЦИЯМИ, КОНТРОЛЬ ВЕРСИЙ И РЕЛИЗОВ
ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА.....8

Ж. Досбаев, Л. Илипбаева, А. Сулиман

ОБНАРУЖЕНИЕ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ АУДИОСИГНАЛОВ С
ПРИМЕНЕНИЕМ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....23

А.Б. Ембердиева, I.S. Young, С.Е. Маманова, С.Б. Муханов

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОДХОД МЕТОДА ОБРАТНОГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ.....32

Р. Лисневский, М. Гладка, С. Билощицкая

АНАЛИЗ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ В СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
IOT-РЕШЕНИЙ.....49

А. Мырзакеримова, А. Хикметов

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В МЕДИЦИНЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К
АВТОМАТИЗАЦИИ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....60

А.Б. Нургальков, А.М. Аким

ОПТИМИЗАЦИЯ МНОГОЗАДАЧНОСТИ В ANDROID С ПОМОЩЬЮ КОРУТИН:
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.....71

Ю. Сокиран, Т. Бабенко, И. Пархоменко, Л. Мирутенко

МЕТОДЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
OSINT-ИССЛЕДОВАНИЙ.....80

Д. Утебаева, Л. Илипбаева

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММНО-
КОНФИГУРИРУЕМОЙ РАДИОСИСТЕМЫ (SDR) И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ
АКУСТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ БПЛА.....90

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Н.Т. Дузбаев, А. Макеев, Е.Е. Оспанов

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ
СЕТЕЙ АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ.....99

А. Макеев

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....115

INFORMATION TECHNOLOGY

G.T. Alin

SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECT MANAGEMENT: METRICS AND QUALITY MANAGEMENT IN PROJECTS.....8

Zh. Dosbayev, L. Ilipbayeva, A. Suliman

AUDIOSIGNAL BASED EVENT DETECTION USING DEEP LEARNING TECHNIQUES.....23

A.B. Yemberdiyeva, I.C. Young, S.Ye. Mamanova, S.B. Mukhanov

MATHEMATICAL APPROACH OF THE BACKPROPAGATION METHOD FOR CONSTRUCTING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS.....32

R. Lisnevskiy, M. Gladka, S. Biloshchytska

ANALYSIS OF ENERGY COSUMPTION IN THE NETWORK USING IOT SOLUTIONS.....49

A. Myrzakerimova, A.K. Khikmetov

MATHEMATICAL MODELS IN MEDICINE: MODERN APPROACHES TO DIAGNOSTIC PROCESS AUTOMATION60

A.B. Nurgalykov, A.M. Akim

OPTIMIZATION OF MULTITASKING IN ANDROID USING COROUTINES: A COMPARATIVE PERFORMANCE ANALYSIS.....71

Y. Sokyran, T. Babenko, I. Parkhomenko, L. Myrutenko

COMPUTER VISION METHODS FOR CONDUCTING OSINT INVESTIGATIONS.....80

D. Utebayeva, L. Ilipbayeva

A COMPARATIVE STUDY OF SOFTWARE-DEFINED RADIO (SDR) AND SMART ACOUSTIC SENSOR PERFORMANCE FOR UAV DETECTION.....90

INFORMATION SECURITY AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

N.T. Duzbayev, A. Makeyev, Y.Y. Ospanov

DEVELOPMENT OF METHODS FOR ENSURING THE SECURITY OF INDUSTRIAL AUTOMATION AND CONTROL NETWORKS AT ENTERPRISES.....99

A. Makeyev

AUTOMATED SECURITY SYSTEM FOR INDUSTRIAL ENTERPRISES.....115



INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 5. Is. 3. Number 19 (2024). Pp. 71–79

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

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.19.3.006>

OPTIMIZATION OF MULTITASKING IN ANDROID USING COROUTINES: A COMPARATIVE PERFORMANCE ANALYSIS

A.B. Nurgalykov, A.M. Akim*

International Information Technology University, Almaty, Kazakhstan.

A.B. Nurgalykov — Master student, Software Engineering, the Department of Computer Engineering, International Information Technology University

A.M. Akim — Master of Technical Science, the Department of Computer Engineering, International Information Technology University

© A.B. Nurgalykov, A.M. Akim, 2024

Abstract. This article addresses the issue of multitasking in Android applications and provides a performance analysis of coroutines as a modern tool for asynchronous task handling. A comparative analysis of coroutines with traditional approaches such as AsyncTask, Thread, and Handler is conducted in terms of task execution time, energy consumption, and impact on the main thread. The focus is on how coroutines improve UI responsiveness and simplify asynchronous management through sequential code. The experiments reveal the advantages of coroutines in performance and reducing the load on the main thread. The article also discusses potential issues and limitations of coroutine usage and offers solutions for effective management of the Android component lifecycle.

Keywords: coroutine technologies in Android development, asynchronous programming, comparative performance analysis, thread management in Android, coroutine efficiency

For citation: *A.B. Nurgalykov, A.M. Akim. OPTIMIZATION OF MULTITASKING IN ANDROID USING COROUTINES: A COMPARATIVE PERFORMANCE ANALYSIS // INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2024. Vol. 5. No. 19. Pp. 71–79 (In Russ.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.19.3.006>.*



ANDROID ЖҮЙЕСІНДЕ КОРУТИНДЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ КӨПТАПСЫРМАЛЫЛЫҚТЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ: ӨНІМДІЛІКТІ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ

*А.Б. Нургалыков**, *А.М. Әкім*

Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті, Қазақстан, Алматы.

А.Б. Нургалыков — «Компьютерлік Инженерия» кафедрасының, бағдарламалық инженерия мамандығының магистранты, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті

А.М. Әкім — «Компьютерлік Инженерия» кафедрасының, техникалық ғылымдарының магистрі, Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті

© А.Б. Нургалыков, А.М. Әкім, 2024

Аннотация. Бұл мақалада Android-қосымшаларындағы көптапсырмалылық мәселесі қарастырылады және корутиндерді асинхронды тапсырмаларды орындау құралы ретінде өнімділігіне талдау ұсынылады. Корутиндер мен дәстүрлі әдістер (мысалы, AsyncTask, Thread және Handler) тапсырмаларды орындау уақыты, энергияны тұтыну және басты ағынға әсері тұрғысынан салыстырмалы талдау жасалған. Негізгі назар корутиндердің интерфейстің жауап беруін қалай жақсартатынына және асинхрондылықты басқаруды дәйекті код арқылы жеңілдетуіне аударылған. Эксперименттер барысында корутиндердің өнімділік тұрғысынан және басты ағынға жүктемені азайтуда артықшылықтары анықталды. Корутиндерді қолданудағы ықтимал мәселелер мен шектеулер талқыланып, Android компоненттерінің өмірлік циклін тиімді басқаруға арналған шешімдер ұсынылады.

Түйін сөздер: Android-қосымшаларындағы корутин технологиялары, Асинхронды бағдарламалау, Өнімділікке салыстырмалы талдау, Android-те ағындарды басқару, Корутиндердің тиімділігі

Дәйексөз үшін: А.Б. Нургалыков, А.М. Әкім. **ANDROID ЖҮЙЕСІНДЕ КОРУТИНДЕРДІ ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ КӨПТАПСЫРМАЛЫЛЫҚТЫ ОҢТАЙЛАНДЫРУ: ӨНІМДІЛІКТІ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ // ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ КОММУНИКАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ. 2024. Т. 5. No. 19. 71–79 бет. (орыс тілінде). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.19.3.006>.**



ОПТИМИЗАЦИЯ МНОГОЗАДАЧНОСТИ В ANDROID С ПОМОЩЬЮ КОРУТИН: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

*А.Б. Нургалыков**, *А.М. Аким*

Международный Университет Информационных Технологий, Казахстан, Алматы.

А.Б. Нургалыков — магистрант специальности программная инженерия, кафедры «Компьютерная инженерия», Международный университет информационных технологий

А.М. Аким — магистр технических наук, кафедры «Компьютерная инженерия», Международный университет информационных технологий

© А.Б. Нургалыков, А.М. Аким, 2024

Аннотация. В статье рассматривается проблема многозадачности в Android-приложениях и предлагается анализ производительности корутин как современного инструмента для асинхронной обработки задач. Проведен сравнительный анализ корутин с традиционными подходами, такими как AsyncTask, Thread и Handler, с точки зрения времени выполнения задач, энергопотребления и влияния на главный поток. Основное внимание уделено тому, как корутины улучшают отзывчивость интерфейса и упрощают управление асинхронностью благодаря последовательному коду. В ходе экспериментов были выявлены преимущества корутин в плане производительности и снижения нагрузки на главный поток. Обсуждаются возможные проблемы и ограничения использования корутин, а также предлагаются решения для эффективного управления жизненным циклом Android-компонентов.

Ключевые слова: корутины, технологии в Android разработке, асинхронное программирование, сравнительный анализ производительности, управление потоками в Android, эффективность корутин

Для цитирования: А.Б. Нургалыков, А.М. Аким. ОПТИМИЗАЦИЯ МНОГОЗАДАЧНОСТИ В ANDROID С ПОМОЩЬЮ КОРУТИН: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ // МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. 2024. Т. 5. No. 19. Стр. 71–79. (На русс.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2024.19.3.006>.

Введение

В современных Android-приложениях многозадачность является критически важной для обеспечения плавного пользовательского опыта и эффективного использования ресурсов. Традиционные методы, такие как AsyncTask, Thread, и Handler, долгое время использовались для реализации асинхронных операций. Однако с ростом сложности приложений и требованиями к высокой производительности, эти подходы начали демонстрировать свои ограничения, включая трудности в управлении потоками, утечки памяти и значительную нагрузку на главный поток.

В последние годы корутины, внедренные в Kotlin, приобрели популярность как современный инструмент для управления асинхронностью. Корутины обеспечивают упрощенное управление параллелизмом и повышают производительность приложений, позволяя писать асинхронный код в стиле последовательного выполнения. Корутины позволяют разработчикам эффективно управлять асинхронными задачами и минимизировать блокировки интерфейса, что делает их привлекательным выбором для современных приложений (JetBrains Blog, 2023).



Тем не менее, несмотря на очевидные преимущества, использование корутин требует тщательного подхода к управлению жизненным циклом Android-компонентов для предотвращения утечек памяти и других проблем (JetBrains, 2024). В свете этих изменений, важно провести сравнительный анализ производительности корутин и традиционных методов, чтобы оценить их эффективность в современных условиях разработки Android-приложений и выявить потенциальные области для улучшения.

Гипотеза

Целью данного исследования является оценка эффективности корутин в сравнении с традиционными методами асинхронного программирования, такими как использование потоков (Thread), в контексте Android-приложений. Гипотеза исследования заключается в том, что корутины предоставляют значительные преимущества по сравнению с потоками в плане производительности и управления системными ресурсами. Мы сосредоточимся на сравнении времени выполнения задач, а также на оценке влияния каждого метода на производительность и энергопотребление при увеличении количества одновременных задач (Dimiduk и др., 2021; Gray и др., 2020). Конечная цель работы — определить, в какой мере корутины способствуют улучшению отзывчивости интерфейса, снижению энергопотребления и упрощению управления асинхронными задачами в реальных условиях разработки Android-приложений. Это исследование направлено на предоставление количественной оценки преимуществ корутин и выработку рекомендаций для их применения в промышленной разработке.

Материалы и методы исследования

Потоки (Thread) в Java и Kotlin представляют собой один из самых старых и проверенных временем способов выполнения асинхронных задач. Поток можно описать как отдельный путь выполнения программы, который работает параллельно с другими потоками в системе. Это низкоуровневый механизм, который дает разработчику полный контроль над созданием и управлением потоками, обеспечивая возможность выполнять задачи параллельно с другими потоками в фоновом режиме (Vozovic и др., 2021). Когда создается новый поток, он работает независимо от основного потока программы (обычно это главный поток пользовательского интерфейса в Android), что позволяет выполнять операции, которые могут занять много времени, не блокируя основную работу приложения. Это особенно полезно в ситуациях, где необходимо выполнять задачи, такие как сетевые запросы, работа с файлами или вычислительно интенсивные операции. Однако, несмотря на очевидные преимущества, использование потоков влечет за собой ряд существенных недостатков. Время выполнения задачи с использованием потоков можно описать следующей формулой:

$$T_{thread} = T_{base} + p \cdot (T_{create} + T_{context_switch} + T_{sync}) \quad (1)$$

где: — общее время выполнения задачи с использованием потоков, — базовое время выполнения задачи без учета накладных расходов (время чистых вычислений), — количество потоков, — время, необходимое на создание одного потока, — время, затрачиваемое на переключение контекста между потоками, — время на синхронизацию между потоками при совместном использовании ресурсов.

Каждый поток в операционной системе требует значительных ресурсов для своей работы. Это связано с тем, что каждому потоку выделяется отдельный стек памяти, и операционная система должна следить за их состоянием, планировать выполнение и переключение контекста между ними (Farrell, 2021; Zekovic, 2022). Чем

больше потоков создается, тем выше нагрузка на систему. При большом количестве потоков операционная система начинает тратить больше времени на управление ими, что приводит к снижению производительности. Зависимость производительности от количества задач при использовании потоков можно описать следующей формулой:

$$P_{thread} = \frac{C_{total}}{T_{thread} + O_{thread}} \quad (2)$$

где: — общее количество выполненных задач, — накладные расходы на управление потоками.

Создание и уничтожение потоков — это довольно ресурсоемкие операции. При большом количестве потоков время, необходимое для их создания, может существенно замедлить выполнение программы. Кроме того, после завершения работы потоков требуется время на их корректное завершение и очистку ресурсов. Когда количество задач возрастает, и для каждой из них создается отдельный поток, это может привести к значительным накладным расходам. Система начинает тратить больше времени на управление потоками, что снижает общую эффективность работы приложения. Например, при большом количестве одновременно работающих потоков может наблюдаться эффект «thrashing» — ситуация, когда процессор тратит больше времени на переключение между потоками, чем на выполнение самих задач. Это не только увеличивает время выполнения задач, но и вызывает излишнее потребление энергии (Акор и др., 2024).

Мобильных устройствах, таких как смартфоны и планшеты, энергопотребление играет ключевую роль. Каждый новый поток требует ресурсов процессора и памяти, что приводит к увеличению энергозатрат. При интенсивной работе с потоками батарея устройства разряжается быстрее, что снижает общее время работы устройства без подзарядки. В Android-разработке это критичный аспект, так как пользователи ожидают от приложений не только высокой производительности, но и экономного расхода заряда батареи.

Результаты и обсуждение

Управление большим количеством потоков требует высокой точности в синхронизации между ними. Несогласованность доступа к общим ресурсам может привести к ошибкам, таким как состояния гонки, взаимные блокировки и другие проблемы многопоточности, которые сложно обнаружить и исправить. Это делает процесс отладки многопоточных программ более сложным и трудоемким. Приложения, которые интенсивно используют потоки, могут столкнуться с проблемами стабильности, особенно на устройствах с ограниченными ресурсами. Например, на устройствах с низким объемом оперативной памяти или слабым процессором большое количество одновременно работающих потоков может привести к зависанию или даже к аварийному завершению программы.

Таким образом, хотя потоки предоставляют мощный инструмент для асинхронного выполнения задач, их использование связано с множеством ограничений и рисков. Они могут быть полезны для небольшого количества задач, однако, при работе с масштабируемыми системами или задачами, требующими высокой производительности и экономного энергопотребления, применение потоков может быть не самым эффективным решением. Это создает необходимость в более современных подходах к асинхронному программированию, таких как корутины в Kotlin, которые предлагают более легковесную и управляемую альтернативу.



Корутины в Kotlin представляют собой один из самых современных и эффективных инструментов для работы с асинхронностью и многозадачностью. Они разработаны для решения проблем, которые возникают при использовании потоков, предлагая более легковесный и высокопроизводительный способ управления асинхронными задачами. В отличие от потоков, корутины значительно проще в управлении и потребляют гораздо меньше системных ресурсов.

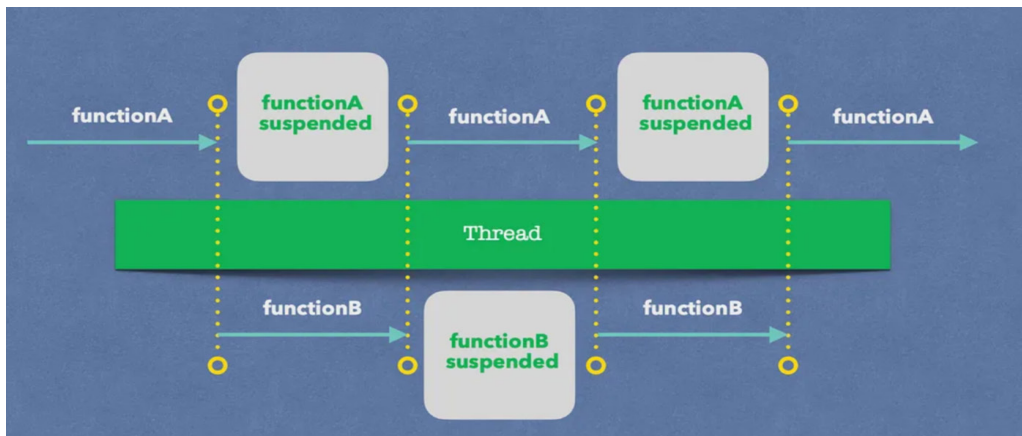


Рис. 1 – «Принцип функционирования Корутинов»

Как показано на Рис. 1, каждая корутина, в отличие от потоков, не требует выделения отдельного стека памяти или создания нового системного потока. Корутины работают в рамках одного потока и могут приостанавливать и возобновлять свое выполнение, не создавая дополнительных накладных расходов на управление ими. Это означает, что приложение может запускать тысячи корутин одновременно, без риска перегрузки системы, что делает корутины более масштабируемыми по сравнению с потоками.

Корутины позволяют писать асинхронный код в синхронном стиле, что делает его более читаемым и удобным для понимания. В отличие от потоков, которые блокируют выполнение до завершения задачи, корутины позволяют приостанавливать выполнение задачи и возобновлять его, как только задача завершена, не блокируя основной поток программы. Это особенно важно для Android-приложений, где блокировка главного потока пользовательского интерфейса может привести к замедлению работы приложения и ухудшению пользовательского опыта.

Корутины работают на базе пулов потоков и планировщиков, что позволяет им эффективно распределять задачи между доступными потоками, не создавая излишних накладных расходов. Когда корутина приостанавливается, ее выполнение может быть продолжено на другом потоке, если это необходимо, что позволяет оптимально использовать ресурсы системы. Например, корутина, выполняющая сетевой запрос, может быть приостановлена, пока не получен ответ, и возобновлена на другом потоке для дальнейшей обработки данных. Одним из ключевых преимуществ корутин является то, что они позволяют писать асинхронный код в линейном виде, избегая использования сложных цепочек колбэков и управления потоками. Это упрощает процесс написания кода, делает его более понятным и легко поддерживаемым. Для

разработчиков это означает снижение вероятности ошибок и улучшение качества конечного продукта. Время выполнения задачи в корутине можно описать следующим образом:

$$T_{coroutine} = T_{base} + n \cdot T_{suspend_resume} \quad (3)$$

где: — общее время выполнения корутины, — количество приостановок и возобновлений, — время, затрачиваемое на приостановку и возобновление выполнения корутины.

Когда вы используете корутины в Kotlin, для выполнения длительных операций, таких как сетевые запросы или работа с базой данных, вы можете легко приостанавливать выполнение корутины с помощью функции `suspend`. Это позволяет избежать блокировки основного потока пользовательского интерфейса и повышает отзывчивость приложения. Например, если нужно выполнить асинхронную задачу, такую как загрузка данных с сервера, корутины позволяют приостановить выполнение до тех пор, пока данные не будут загружены, а затем продолжить выполнение кода. Все это происходит без необходимости создания новых потоков и без накладных расходов, характерных для традиционных потоков.

Корутины оптимизированы для экономии ресурсов, в том числе энергопотребления. Поскольку корутины работают в рамках существующих потоков, они минимизируют количество переключений между потоками и ресурсов, что снижает нагрузку на процессор и батарею устройства. Зависимость производительности от количества задач можно описать следующим образом:

$$P_{coroutine} = \frac{C_{total}}{T_{coroutine}} \quad (4)$$

В отличие от потоков, которые требуют выделения ресурсов для каждого нового потока, корутины работают на базовом уровне и могут выполнять тысячи задач одновременно, практически не влияя на энергопотребление. Для мобильных приложений, где время работы батареи является критическим фактором, использование корутин вместо потоков позволяет значительно сократить энергозатраты. Это особенно важно для приложений с интенсивной обработкой данных, частыми сетевыми запросами и многозадачностью.

Процедура тестирования:

В рамках исследования были проведены тесты, сравнивающие выполнение различных количеств одновременных задач с использованием потоков (Thread) и корутин (Kotlin Coroutines). Каждая задача имитировала продолжительную операцию с задержкой в 100 миллисекунд. Время выполнения измерялось с использованием функции `measureTimeMillis`, которая фиксировала общее время выполнения всех задач. Эксперименты проводились для 100, 500, 1000, 5000, 10 000, 20 000 и 50 000 задач, что позволило оценить влияние каждого метода на производительность при увеличении нагрузки. Полученные данные были использованы для анализа эффективности управления ресурсами и выявления преимуществ корутин над потоками, особенно в условиях масштабируемых асинхронных операций.

Таблица 1 – «Результаты экспериментов для метода использования Thread»

Количество задач	Время выполнения (мин)	Время выполнения (макс)
100	121 мс	137 мс
500	135 мс	148 мс
1000	160 мс	171 мс
5000	441 мс	536 мс
10000	888 мс	926 мс
20000	1703 мс	1827 мс
50000	4061 мс	4506 мс

При использовании потоков (таблице 1) время выполнения задач значительно увеличивается с ростом их количества. Для небольшого числа задач (100–1000) время остается стабильным, но при 5000 задачах оно возрастает до 441–536 мс, а для 50 000 задач достигает 4061–4506 мс. Это демонстрирует ограниченную масштабируемость потоков, где увеличение задач приводит к существенным накладным расходам на создание и управление потоками, что перегружает систему и увеличивает задержки.

Таблица 2 – «Результаты экспериментов для метода использования Корутинов»

Количество задач	Время выполнения (мин)	Время выполнения (макс)
100	123 мс	140 мс
500	133 мс	147 мс
1000	146 мс	164 мс
5000	174 мс	185 мс
10000	192 мс	223 мс
20000	234 мс	245 мс
50000	284 мс	305 мс

Корутины демонстрируют стабильное и эффективное выполнение задач, независимо от их количества. Время выполнения задач растет постепенно, начиная от 123–140 мс для 100 задач и достигая 284–305 мс для 50 000 задач. Даже при значительном увеличении числа задач, прирост времени выполнения остается минимальным. Это указывает на высокую эффективность корутин в управлении многозадачностью, где асинхронная обработка задач происходит без существенного увеличения нагрузки на систему.

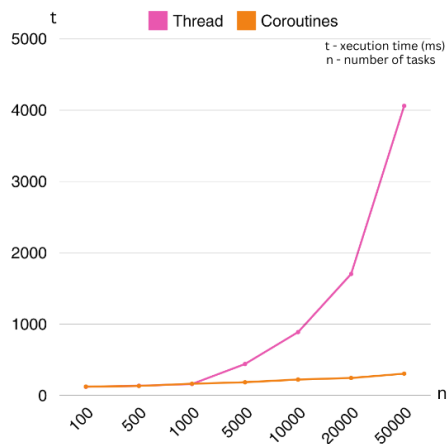


Рис. 2 – «Степень оптимизации задач»

Результаты экспериментов показали (Рисунок 2), что корутины значительно превосходят потоки по производительности, особенно при увеличении количества задач. Корутины демонстрируют меньшие накладные расходы на управление задачами, что позволяет им оставаться эффективными даже при выполнении большого количества асинхронных операций. Потоки же становятся менее эффективными при увеличении количества задач, что приводит к значительному увеличению времени выполнения и энергопотребления. Таким образом, для современных Android-приложений использование корутин является более предпочтительным подходом для реализации многозадачности и управления асинхронными операциями.

Выводы

В ходе исследования была подтверждена гипотеза о том, что корутины являются более эффективным инструментом для управления асинхронными задачами по сравнению с потоками. Эксперименты показали, что с увеличением количества задач производительность потоков значительно снижается из-за высоких накладных расходов на создание и управление системными потоками. В то время как корутины демонстрируют линейное увеличение времени выполнения, что свидетельствует о лучшей масштабируемости данного метода. Это делает корутины предпочтительным выбором для задач с большим количеством асинхронных операций. В сравнении с потоками, корутины показали не только лучшее время выполнения, но и более эффективное использование системных ресурсов, что позволяет снизить энергопотребление.

Перспективы дальнейшего развития использования корутин включают их интеграцию с Kotlin Multiplatform, что позволит эффективно использовать асинхронное программирование на различных платформах, таких как iOS и веб-приложения. Также стоит отметить потенциал корутин в сочетании с Jetpack Compose, где они могут улучшить управление асинхронными задачами и состояние пользовательского интерфейса. Эти направления могут значительно повысить производительность приложений и упростить разработку, открывая новые возможности для создания более отзывчивых и масштабируемых решений.

REFERENCES

- Jet Brains (2024). «JetBrains Blog on Kotlin Coroutines». — JetBrains Blog. — P. 459
- Dimiduk D., Negov V. & Krivoschapka L. (2021). «Kotlin Coroutines by Tutorials». Razeware.
- Gray C. & Simon B. (2020). «Kotlin Programming: The Big Nerd Ranch Guide». Big Nerd Ranch Guides.
- Bozovic M., Green D. & Novikov A. (2021). «The Definitive Guide to Kotlin Coroutines». O'Reilly Media. — Pp. 74–106
- Farrell J. (2021). «Android Programming with Kotlin for Beginners». — Packt Publishing.
- Zekovic A. (2022). «Design of Kotlin Coroutines». — Medium. — P. 536
- Akop Vardanian, Alexandr Lenivenko, Anastasiya Zahorskaya (2024). «Android Development UpSkill program» EPAM Learn. — Pp. 104–108



**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

Правила оформления статьи для публикации в журнале на сайте:

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

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

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

ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР

Мрзабаева Раушан Жаликызы

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА

Асанова Жадыра

Подписано в печать 14.09.2024.

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).