

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ  
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР  
ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ И  
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION  
AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

**2023 (13) 1**  
*Қаңтар-наурыз*

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

## БАС РЕДАКТОР:

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

## БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

## ҒАЛЫМ ХАТШЫ:

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

## РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА:

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

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

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

**Микеле Пагано** — PhD, Пиза университетінің профессоры (Италия)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР:

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

---

Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

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

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

№ KZ82VPY00020475 мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы күшік.

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

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

Тиражы: 100 дана

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

E-mail: ijiet@iitu.edu.kz

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

© Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті АҚ, 2023

© Авторлар ұжымы, 2023

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

**Хикметов Аскар Кусулбекович** — кандидат физико-математических наук, председатель правления - ректор Международного университета информационных технологий (Казахстан)

## ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

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

## УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ:

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

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

**Микеле Пагано** — PhD, профессор Университета Пизы (Италия)

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

**Рысбайулы Болатбек** — доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры математического и компьютерного моделирования Международного университета информационных технологий (Казахстан)

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

**Дузбаев Нуржан Токкужаевич** — PhD, ассоциированный профессор, проректор по цифровизации и инновациям Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Синчев Бахтгерей Куспанович** — доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Сейлова Нургуль Абадуллаевна** — кандидат технических наук, декан факультета компьютерных технологий и кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Мухамедиева Ардак Габитовна** — кандидат экономических наук, декан факультета цифровых трансформаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

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

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

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

**Ниязгулова Айгуль Аскарбековна** — кандидат филологических наук, доцент, заведующая кафедрой медиакоммуникаций и истории Казахстана Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Айтмагамбетов Алтай Зуфарович** — кандидат технических наук, профессор кафедры радиотехники, электроники и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Алмисреб Али Абд** — PhD, ассоциированный профессор кафедры кибербезопасности Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Мохамед Ахмед Хамада** — PhD, ассоциированный профессор кафедры информационных систем Международного университета информационных технологий (Казахстан)

**Янг Им Чу** — PhD, профессор университета Гачон (Южная Корея)

**Тадеш Валлас** — PhD, проректор университета имен Адама Мицкевича (Польша)

**Мамырбаев Оркен Жумажанович** — PhD, заместитель директора по науке РГП Института информационных и вычислительных технологий Комитета науки МНВО РК (Казахстан)

**Бушуев Сергей Дмитриевич** — доктор технических наук, профессор, директор Украинской ассоциации управления проектами «УКРНЕТ», заведующий кафедрой управления проектами Киевского национального университета строительства и архитектуры (Украина)

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

## ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР:

**Ералы Диана Русланқызы** — АО «Международный университет информационных технологий» (Казахстан).

Международный журнал информационных и коммуникационных технологий

ISSN 2708-2032 (print)

ISSN 2708-2040 (online)

Собственник: АО «Международный университет информационных технологий» (г. Алматы).

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Министерство информации и общественного развития Республики Казахстан № KZ82VPY00020475, выданное от 20.02.2020 г.

Тематическая направленность: информационные технологии, информационная безопасность и коммуникационные технологии, цифровые технологии в развитии социо-экономических систем.

Периодичность: 4 раза в год.

Тираж: 100 экземпляров.

Адрес редакции: 050040 г. Алматы, ул. Манаса 34/1, каб. 709, тел: +7 (727) 244-51-09).

E-mail: ijict@iitu.edu.kz

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

© АО Международный университет информационных технологий, 2023

© Коллектив авторов, 2023

#### EDITOR-IN-CHIEF:

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

#### DEPUTY CHIEF DIRECTOR:

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

#### SCIENTIFIC SECRETARY:

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

#### EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

**Sinchev Bakhtgeray 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: [ijict@iitu.edu.kz](mailto:ijict@iitu.edu.kz)

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

© International Information Technology University JSC, 2023

© Group of authors, 2023

---

## МАЗМҰНЫ

### ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

**Ж. Анитова, А. Еркінбай**

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЖАҢАЛЫҚТАРДА ДАТА НЕГІЗІНДЕ БАЯНДАУДЫ ЕНГІЗУ  
МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН МҮМКІНДІКТЕРІН ЗЕРДЕЛЕУ.....8

**Ш.Ы. Қалиаждарова**

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

**Б.О. Шадаева**

САНДЫҚ ҚАРЖЫ: ДАМУ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН БОЛАШАҒЫ.....27

### АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

**Г.Т. Алин, Н.К. Рахимжанова**

БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ДАМУ ЖОБАСЫН БАСҚАРУ: ЖОБАНЫҢ ҚАУІПТІР БАСҚАРУ.....38

**А.К. Болшибаева, Ж.Ж. Кабдешова, Е.Ж. Садықбек**

ЖОЛ ПОЛИЦИЯСЫ САЛАСЫНДАҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШІМДІ ІЗДЕУ.....51

**Е.Б. Данченко, Ю.И. Бройде**

АДАМ ПОЗАСЫНЫҢ ТІЗІЛІГІ БОЙЫНША ДЕНЕ ЖАТТЫҒУЛАРЫН ЖІКТЕУГЕ  
АРНАЛҒАН ИЕРАРХИЯЛЫҚ МЕМЛЕКЕТТІК МАШИНА.....62

**Д. Едилхан, Д. Бисенғалиева**

АВИА БИЛЕТТЕР БАҒАСЫН БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ  
ОҚУ АЛГОРИТМДЕРІН ТАЛДАУ.....73

**Ш.О. Сәлімбек, А.К. Мұстафина**

ЖОҒАРЫ БІЛІМ БЕРУ САЛАСЫНДА АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚОЛДАНУДЫҢ  
ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖЕТІЛДІРУ.....85

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

ТЕРЕҢ ОҚЫТУДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ АУДИО ДЕРЕКЕТТЕРДІ ТАЛДАУ  
НЕГІЗІНДЕГІ ЭМОЦИОНАЛАРДЫ ЖІКТЕЛУ ӘДІСТЕРІН ШОЛУ.....95

### КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

**А.В. Нефтигов\*, А.Ж. Сарина, Л.Н. Кириченко, И.М. Казамбаев**

ҮЛЕСТІРІЛГЕН ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ ДАТЧИКТЕР НЕГІЗІНДЕ КЕҢЕЙТІЛГЕН  
ОБЪЕКТІЛЕРДІҢ ТҮТАСТЫҒЫН БАҚЫЛАУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ  
ШОЛУ.....105

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

**Ж. Анитова, А. Еркинбай**

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

**Ш.И. Калижадарова**

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

**Б.О. Шадаева**

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

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**Г.Т. Алин, Н.К. Рахимжанова**

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

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

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

**Е.Б. Данченко, Ю.И. Бройде**

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

**Д. Едилхан, Д. Бисенгалиева**

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

**Ш.О. Салимбек, А.К. Мустафина**

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

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

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

### КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

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

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

## CONTENTS

### DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

**Zh. Anitova, A. Erkinbay**

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

**Sh.I. Kaliazarova**

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

**B.O. Shadayeva**

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

### INFORMATION TECHNOLOGY

**G.T. Alin, N.K. Rakhymzhanova**

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

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

SEARCH FOR AN INNOVATIVE SOLUTION IN THE FIELD OF TRAFFIC POLICES1

**O.B. Danchenko, Ju.I. Broyda**

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

**D. Yedilkhan, D. Bissengaliyeva**

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

**Sh. Salimbek, A. Mustafina**

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

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

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

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

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

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

УДК 004.93

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

*B.S. Sapakova<sup>1\*</sup>, A.A. Sarsembaev<sup>1</sup>, Bohdan Haidabrus<sup>2</sup>*

**Sapakova Saya Zamanbekovna** — Ph.D. Assistant Professor, Department of Computer Engineering, International University of Information Technology

E-mail: [s.sapakova@edu.iitu.kz](mailto:s.sapakova@edu.iitu.kz);

**Sarsembaev Aidos Aidarovich** — Assistant Professor of the Department of Computer Engineering, International University of Information Technologies

E-mail: [a.sarsembaev@iitu.edu.kz](mailto:a.sarsembaev@iitu.edu.kz)

**Bohdan Haidabrus** — PhD, Cand. of Tech. Science. Riga Technical University, Riga, Latvia

<https://orcid.org/0000-0002-9040-9058>

© B.S. Sapakova, A.A. Sarsembaev, Bohdan Haidabrus, 2023

**Abstract.** In the past few years, there has been an increasing interest in the development of technologies aimed at determining the emotional state of a person. The most difficult in solving this problem is the subjectivity of emotions and the difficulty of tracking them. Deep learning has proven to be the most effective tool for emotion recognition, making it a particularly attractive area of research. In this article, we review recent research work on emotion classification, focusing on audio feature extraction and data augmentation techniques. We also compare and analyze existing CNN models to identify the most proven methods to best classify emotions based on audio data analysis. From the many publications devoted to the study of emotion recognition and developments in this area, we have selected only scientific articles, due to which the most relevant research is used in our article. At the same time, we consider only good quality articles that offer the best solutions to the research questions under consideration.

**Keywords:** deep learning, convolutional neural network, chalk-frequency cepstral coefficient, multilayer perceptron

**For citation:** B.S. Sapakova, A.A. Sarsembaev, Bohdan Haidabrus. Review of emotion classification methods based on audio data analysis using deep learning//INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2023. Vol.4. No.1. Pp.95–104 (In Russ.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.13.1.009>





## ТЕРЕҢ ОҚЫТУДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ АУДИО ДЕРЕКЕТТЕРДІ ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕГІ ЭМОЦИОНАЛАРДЫ ЖІКТЕЛУ ӘДІСТЕРІН ШОЛУ

*Б.С. Сапакова<sup>1\*</sup>, А.А. Сәрсембаев<sup>1</sup>, Bohdan Haidabrus<sup>2</sup>*

**Сапакова Сая Заманбекқызы** — ф-м.ғ.д. Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің «Компьютерлік инженерия» кафедрасының ассистенті

E-mail: s.sapakova@edu.iitu.kz;

**Сәрсембаев Айдос Айдарұлы** — Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті «Компьютерлік техника» кафедрасының ассистенті

E-mail: a.sarsembayev@iitu.edu.kz;

**Bohdan Haidabrus** — PhD, Канд.технология туралы ғылым. Рига Техникалық Университеті, Рига, Латвия

<https://orcid.org/0000-0002-9040-9058>.

© Б.С. Сапаков, А.А. Сәрсембаев, Bohdan Haidabrus, 2023

**Аннотация.** Соңғы бірнеше жылда адамның эмоционалдық жағдайын анықтауға бағытталған технологияларды дамытуға қызығушылық артты. Бұл мәселені шешудегі ең қиыны — эмоциялардың субъективтілігі және оларды қадағалаудың қиындығы. Терең оқыту эмоцияны танудың ең тиімді құралы болып шықты, бұл оны зерттеудің ерекше тартымды саласына айналдырды. Бұл мақалада біз дыбыстық мүмкіндіктерді шығаруға және деректерді кеңейту әдістеріне назар аудара отырып, эмоцияларды жіктеу бойынша соңғы зерттеу жұмыстарын қарастырамыз. Сондай-ақ аудио деректер талдауына негізделген эмоцияларды ең жақсы жіктеудің ең дәлелденген әдістерін анықтау үшін қолданыстағы CNN үлгілерін салыстырып, талдаймыз. Эмоцияларды тану және осы саладағы оқиғаларды зерттеуге арналған көптеген жарияланымдар арасынан біз тек ғылыми мақалаларды таңдадық, соның арқасында мақаламызда ең өзекті зерттеулер қолданылды. Бұл ретте біз қарастырылып отырған зерттеу сұрақтарына ең жақсы шешімдерді ұсынатын сапалы мақалаларды ғана қарастырамыз.

**Түйін сөздер:** терең оқыту, конволюционды нейрондық желі, бор-жиілік цестральды коэффициент, көпқабатты перцептрон

**Дәйексөз үшін:** Б.С. Сапакова, А.А. Сәрсембаев, Bohdan Haidabrus. Терең оқытуды пайдалану арқылы аудио дерекеттерді талдау негізіндегі эмоционаларды жіктелу әдістерін шолу//Ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың халықаралық журналы. 2023. V.4. № 1. Бет 95-104 (орыс тілінде). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.13.1.009>



## ОБЗОР МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ЭМОЦИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА АУДИОДАНЫХ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ

*Б.С. Сапакова<sup>1\*</sup>, А.А. Сәрсембаев<sup>1</sup>, Bohdan Haidabrus<sup>2</sup>*

**Сапакова Сая Заманбековна** — к.ф.-м.н. Ассистент-профессор кафедры Компьютерной Инженерии Международного Университета Информационных Технологий  
E-mail: s.sapakova@edu.iitu.kz;

**Сәрсембаев Айдос Айдарович** — Ассистент профессор кафедры Компьютерной Инженерии Международного Университета Информационных Технологий  
E-mail: a.sarsembayev@iitu.edu.kz;

**Bohdan Haidabrus** — Кандидат технических наук Рижский технический университет, Рига, Латвия  
<https://orcid.org/0000-0002-9040-9058>.

© Б.С. Сапакова, А.А. Сәрсембаев, Bohdan Haidabrus, 2023

**Аннотация.** В последние несколько лет наблюдается всё больший интерес к разработке технологий, направленных на определение эмоционального состояния человека. Наиболее затруднительным в решении этой проблемы является субъективность эмоций и сложность их отслеживания. Максимально эффективным инструментом для распознавания эмоций оказалось глубокое обучение, став по этой причине особенно привлекательной областью исследований. В этой статье мы рассматриваем недавние исследовательские работы по классификации эмоций, делая акцент на методах извлечения звуковых признаков и аугментации данных. Мы также сравниваем и анализируем существующие модели свёрточных нейронных сетей, с целью определения наиболее проверенных методов, позволяющих наилучшим образом классифицировать эмоции на основе анализа аудиоданных. Из множества публикаций, посвящённых исследованию распознавания эмоций и разработкам в этой области, мы отобрали только научные статьи, благодаря чему в нашей статье используются наиболее актуальные исследования. При этом мы рассматриваем только статьи хорошего качества, в которых предлагаются наилучшие решения рассматриваемых исследовательских вопросов.

**Ключевые слова:** глубокое обучение, свёрточная нейронная сеть, мел-частотный кепстральный коэффициент, многослойный перцептрон.

**Для цитирования:** Б.С. Сапакова, А.А. Сәрсембаев, Bohdan Haidabrus. Обзор методов классификации эмоций на основе анализа аудиоданных с помощью глубокого обучения// Международный журнал информационных и коммуникационных технологий. 2023. Т. 04. № 1. Стр. 95–104 (На рус.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.13.1.009>

### Введение

Задача распознавания и анализа эмоций привлекла внимание исследователей из самых разнообразных областей науки. Исследования, посвящённые автоматическому распознаванию эмоций, ориентированы главным образом на



применение в таких сферах, как оценка поведения, взаимодействие человека и робота, виртуальная реальность, здравоохранение и работа центров обработки экстренных вызовов с целью определения эмоционального состояния говорящего на основе его речи. Например, в интерактивной системе обзвона, которая работает только с аудиоданными, получаемыми в процессе телефонных звонков, ответы могут адаптироваться в зависимости от эмоций, испытываемых клиентами.

В психологии уже долгое время идут споры о количестве выделяемых эмоциональных категорий.

Экман (Ekman и др., 1979). и его коллеги выделили шесть базовых эмоций, которые можно распознать по выражению лица: счастье, удивление, печаль, отвращение, страх и гнев. На основе этих шести эмоций могут формироваться другие сложные (вторичные) эмоции, такие как вина, смущение и так далее. Многие исследователи и практикующие психологи включают в список базовых и другие эмоции, расширяя тем самым список, предложенный Экманом. Отдельные исследователи, однако, полагают, что обычные эмоциональные переживания не могут быть адекватно описаны с помощью ограниченного числа дискретных категорий по причине своей сложности. В результате была разработана концепция классификации эмоций по интенсивности. При таком подходе эмоция определяется на основе нескольких измерений, причём каждое измерение представляет собой определённую характеристику данной эмоции. Каждая эмоция может рассматриваться как точка в трёхмерном пространстве. Таким образом эмоцию можно описать не с помощью дискретных значений, а в диапазоне непрерывной шкалы или шкалы с дискретными значениями, например, приятное–неприятное или интерес–отвержение (Houssein и др., 2022).

Наиболее часто используется двухмерная модель эмоций Рассела (Russell, 1980). На горизонтальной оси на Рис.1 отражается активация эмоции (диапазон интенсивности эмоционального переживания от умеренного до интенсивного), а на вертикальной оси представлена валентность эмоции (от отрицательной до положительной).



Рис. 1 - Двухмерная модель эмоций (двухмерная модель эмоций Рассела)



Новейшие разработки в области глубокого обучения, совершенствование технологий и увеличение количества открытых источников данных позволило исследователям создавать инструменты и решения, которые ранее были недоступны. Сейчас имеется множество доступных маркированных датасетов, которые могут быть использованы для моделей распознавания эмоций, работающих с аудиоданными в качестве входных данных. Наиболее часто используемыми одноязычными (английский язык) датасетами являются CREMA-D ( и RAVDESS (Сао и др., 2014). поскольку они содержат аудиофайлы как с женскими голосами, так и с мужскими. Для увеличения объёма данных также используют TESS (Pichora-Fuller, 2020), содержащий записи женских голосов, который дополняется датасетом SAVEE (Jackson, 2011), составленным из записей мужских голосов. Эти датасеты содержат такие базовые эмоции, как «гнев», «отвращение», «страх», «счастье», «спокойствие» и «печаль». Некоторые из них, помимо перечисленных категорий включают в себя также «удивление» и «нейтральное состояние».

Методы глубокого обучения эффективны при извлечении и представлении признаков из глубоких слоёв. В связи с этим в последнее время они стали востребованы при проведении анализа аудиоданных с целью распознавания и классификации эмоций. Изображения состоят из пикселей, которые, в свою очередь, представлены в виде чисел. Поэтому несколько встроенных нейронных сетей под управлением свёрточной нейросети могут безупречно справиться с задачей классификации изображений. При работе с текстовыми объектами необходимо использовать подходы, основанные на последовательном кодировании и декодировании. Однако, процесс распознавания речи несравним с процессом распознавания текста или изображений, потому что здесь мы работаем с частотой и продолжительностью звука. Следовательно, нам нужно извлечь характеристики, описывающие тембр голоса и звуковую частоту. Для отображения частотного спектра аудиозаписи в спектрограммах используется цвет, таким образом получается визуализация производимых звуков. Свёрточная нейросеть может улавливать различия в структуре спектрограмм и благодаря этому классифицировать их.

Свёрточная нейросеть имеет дифференциальную глубокую архитектуру, поскольку каждая модель включает в себя свёрточный слой и субдискретизирующий слой, которые накладываются друг на друга. Свёрточный слой имеет набор общих весов. Субдискретизирующий слой, в свою очередь, производит подвыборку выходных данных свёрточного слоя и снижает скорость передачи данных нижнего уровня. Использование общих весов в совокупности с грамотно спроектированными методами субдискретизации позволяет получить в результате инвариантные признаки свёрточной нейросети. Таким образом, модели свёрточной нейросети являются эффективными в распознавании изображений (Nassif и др., 2019).

Нет сомнений в том, что использование комплекса, включающего в себя как аудиовизуальный компонент, так и физиологические сигналы (в частности, электроэнцефалограммы (ЭЭГ)), даёт наилучший результат при распознавании



эмоций. Физиологические сигналы поступают от различных носимых медицинских устройств. Но как бы то ни было, наиболее распространённым типом взаимодействия между человеком и компьютером является взаимодействие с помощью аудиоданных, поскольку мобильные телефоны являются самыми популярными устройствами. Это ещё больше повышает важность обработки и анализа аудиоданных и стимулирует проведение большего количества исследований в этом направлении.

Далее в этой статье мы рассмотрим и проанализируем новейшие исследовательские работы, посвящённые классификации эмоций, подробно рассмотрим обработку аудиоданных в разделах «*Работы, посвящённые данной теме*» и «*Обсуждение и проблематика*». Здесь же мы сравним некоторые недавно представленные модели свёрточных нейросетей для классификации эмоций, которые используют аудиоданные в качестве входных данных. В разделе «*Заключение и дальнейшая работа*» мы завершаем статью кратким изложением основных выводов и выделением некоторых нерешённых проблем для будущих исследований в области классификации эмоций на основе аудиоданных.

### **Материалы и методы**

#### *Работы, посвящённые данной теме. Звуковые признаки.*

Важнейшими этапами процесса моделирования эмоций являются подборка признаков и их извлечение. При работе с аудиоданными наиболее часто используются следующие признаки: качественные характеристики голоса, спектральные и интонационные признаки. Широко используемые интонационные признаки включают в себя тембр, силу, интенсивность и продолжительность. Они могут отражать ритм произносимых слов (Zhang и др., 2018). Наиболее широко известным спектральным признаком является мел-частотный кепстральный коэффициент. Важный момент, который следует прояснить в отношении речи, заключается в том, что звуки, производимые человеком, формируются под влиянием строения речевого тракта, который включает в себя зубы, язык и т.д. Эта форма определяет то, какой звук получается в итоге. Если мы сможем досконально изучить строение речевого тракта, мы сможем получить точное представление генерируемой фонемы. Огибающая кратковременного спектра мощности показывает строение речевого тракта, и цель свёрточной нейросети состоит в том, чтобы соответствующим образом изобразить эту огибающую (Davis и др., 1980).

Чжэн и соавторы (Zheng и др., 2014), выделили две эмоциональные категории (положительную и отрицательную) и обучили глубокую сеть доверия с функциями дифференциальной энтропии. Точность распознавания эмоций этой нейросети составила 86,91 %. Интеграция скрытой марковской модели в предыдущую модель позволила добиться более точного определения границы изменения эмоционального состояния. Новая модель глубокой сети доверия с интегрированной скрытой марковской моделью превзошла предыдущую, увеличив точность до 87,62 %.

Ся и Лю (Xia and Liu, 2015), также построили модель глубокой сети доверия. Для улучшения категориального распознавания эмоций были применены непрерывные



размерные метки (активация и валентность). Звуковые признаки были выделены с помощью openSMILE toolkit (Eyben, 2010), который позволяет сгенерировать такие низкоуровневые дескрипторы, как мел-частотный кепстральный коэффициент, лог-мел частота, пары спектральных линий и т.д.

Чжан и соавторы (Zhang и др., 2018), предлагают использовать гибридную платформу глубокого обучения, построенную на свёрточной нейросети, трёхмерной свёрточной нейросети и глубокой сети доверия для обучения комбинации из аудиовизуальных признаков с целью классификации эмоций. Что касается аудиоданных, на вход подаётся необработанная мел-спектрограмма.

Циракис и соавторы (Tzirakis и др., 2017), представляют мультимодальную систему, которая использует необработанный сигнал для прогнозирования спонтанных эмоций на основе речевых и визуальных входных данных. Речевые и визуальные сети обучались отдельно, чтобы ускорить процесс обучения модели. Что касается аудиоданных, *коэффициент корреляции соответствия* (Lawrence, 1989), был специально максимизирован, что дало более эффективный результат при прогнозировании эмоций в сравнении с традиционным подходом, когда выполняется оптимизация среднеквадратичной ошибки. Основой для извлечения звуковых признаков стал набор eGeMAPS (Женевский минималистский набор акустических параметров).

Для анализа входных данных – аудиоданных и визуальных данных, а также идентификации когнитивных состояний и типичных эмоций *Цзэн и соавторы* (Zeng, 2008), использовали многопоточную объединённую скрытую марковскую модель. С помощью программного пакета ESPS (Система обработки энтропийных сигналов) были извлечены 20 звуковых признаков. Программное обеспечение выводит среднеквадратичные значения для локальных среднеквадратичных измерений, пиковое нормализованное значение перекрёстной корреляции, *prob\_voice* для вероятности озвучивания и т.д.

*Ван и соавторы* (Wang and Guan, 2008), выделили для системы распознавания эмоций на основе аудиовизуальных данных 25 интонационных признаков, 65 признаков мел-частотного кепстрального коэффициента и 15 признаков формантной частоты.

В следующих (Schuller и др., 2009; Gao и др., 2016; Elmadany и др., 2016), работах были выполнены схожие действия, направленные на выделение спектральных признаков, интонационных признаков и качественных характеристик голоса с целью классификации звуковых эмоций.

### *Kaggle Notebooks*

Помимо обзора исследовательских статей, посвящённых классификации эмоций, мы также проанализировали несколько серьёзных работ, реализованных на Kaggle с применением предоставляемого участникам платформы графического процессора.

Сравнение эффективности моделей для классификации эмоций представлено в Таблице 1.



Таблица 1 - Сравнение эффективности моделей для классификации эмоций

Модель	Массивы данных	Звуковые признаки	Методы аугментации данных	Точность
Двухмерная свёрточная нейросеть	TESS CREMA-D SAVEE RAVDESS	Мел-частотный кепстральный коэффициент Лог-мел спектрограммы	Растягивание Изменение тона	66%
Одномерная свёрточная нейросеть	CREMA-D	ZCR Chroma_stft Мел-частотный кепстральный коэффициент Мел-спектрограмма Тоннец	Шум Растягивание Изменение тона	67%
Одномерная свёрточная нейросеть	TESS CREMA-D SAVEE RAVDESS	ZCR Chroma_stft Мел-частотный кепстральный коэффициент Мел-спектрограмма Среднеквадратичное значение	Шум Растягивание Изменение тона	61%

Расшифровка условных обозначений: ZCR = скорость пересечения нуля, Chroma\_stft = оконное преобразование Фурье хромы.

Согласно Таблице 1, наибольшая точность классификации эмоций достигается при использовании большего количества методов извлечения аудио-признаков и аугментации данных, и при тренировке модели на меньшем количестве датасетов. Возможно, большее количество определённых аудио-признаков и методов аугментации данных позволяют модели повысить точность прогнозирования эмоций.

### Обсуждение и проблематика

Во время работы над анализом существующих моделей мы прослушали несколько аудиофайлов из используемых датасетов, чтобы получить представление о том, с какими аудиоданными мы имеем дело. Нас интересовало, была ли эмоция отчётливо выражена актёром, был ли в записи фоновый шум, был ли фоновый шум громким и т. д. Предполагалось, что если нам будет сложно классифицировать исходные данные, то вполне возможно, что и модель не справится с задачей. При прослушивании некоторых аудиофайлов с пометкой «отвращение» мы услышали более нейтральный и спокойный тон. Некоторые записи, помеченные как «счастье», нам пришлось прослушать несколько раз, чтобы окончательно убедиться в том, что это действительно эмоция счастья. Таким образом, соответствие эмоций и разметки в некоторых звуковых дорожках может быть поставлено под сомнение, что потенциально может снизить эффективность классификатора эмоций.

Примером хорошего набора данных является так называемый BAUM-1 (Zhalchour и др., 2016), разработанный Жалехпуром и соавторами. Эта база данных содержит спонтанные аудиозаписи (на турецком языке) и визуальные



данные лиц, демонстрирующие различные аффективные и психические состояния. Данный датасет был успешно протестирован с использованием машины опорных векторов (SVM) для классификации аудио- и видео объектов; в качестве звуковых признаков наряду с мел-частотным кепстральным коэффициентом было использовано перцептивное линейное прогнозирование (PLP).

#### *Заключение и дальнейшая работа*

Совершенствование обработки аудиоданных для классификации эмоций способствует не только улучшению работы автоматизированных колл-центров или любой разновидности взаимодействия человека и компьютера по телефону, но и повышает точность распознавания эмоций в мультимодальных аудиовизуальных системах.

В этой работе мы рассматриваем и анализируем недавние исследовательские работы, посвящённые распознаванию эмоций, рассматривая информацию, касающуюся определённых звуковых признаков и методов аугментации аудиоданных. Всё это позволяет изменить схему работы моделей свёрточных нейросетей и добиться более эффективной классификации эмоций на основе аудиоданных. Наиболее часто используемыми звуковыми признаками являются: мел-спектрограмма, скорость пересечения нуля, оконное преобразование Фурье хромы и мел-частотный кепстральный коэффициент. При этом самые распространённые методы аугментации данных — это изменение тона, введение шума и растягивание. Так или иначе, существующие модели не позволяют добиться стабильной точности классификации эмоций.

В будущей работе мы будем заниматься исследованием и других звуковых характеристик (спектральный центроид, спектральная энтропия, разброс спектральных характеристик, энтропия энергии и т.д.), а также других методов аугментации данных. Эти изыскания будут использованы в работе над моделью классификации эмоций на основе аудиоданных и в экспериментах с этими признаками и методами для повышения её эффективности в задачах на распознавание эмоций.

Кроме того, интересной задачей может быть разработка датасета, включающего в себя исключительно аудиоданные с озвучкой базовых эмоций. Также будет интересно проверить, как отличается восприятие эмоций респондентами от того, как помечена эмоция в датасете, для чего планируется привлечь большое количество респондентов с различным культурным багажом.

#### **ЛИТЕРАТУРЫ**

- Ekman P., Oster H., (1979). “Facial expressions of emotion”, *Annual Review of Psychology* 30(1): 527–554, 1979.
- Houssein, Hammad and Ali (2022). “Human emotion recognition from EEG-based brain-computer interface using machine learning: a comprehensive review”, *Neural Computing & Applications* 34. Pp. 12527–12557. May 2022.
- Russell (2014). “A circumplex model of affect”, *Journal of Personality & Social Psychology* 39(6):116, 1980.
- Cao, Cooper, Keutmann, Gur, Nenkova, and Verma, CREMA-D: Crowd-sourced Emotional Multimodal Actors Dataset, *IEEE Trans Affect Comput.* 2014 Oct-Dec;5(4): 377–390.





Livingstone S.R. and Russo (2018). The Ryerson Audio-Visual Database of Emotional Speech and Song (RAVDESS): A dynamic, multimodal set of facial and vocal expressions in North American English. *PLOS ONE*, 13(5), e0196391, 2018.

Pichora-Fuller, Dupuis, Toronto emotional speech set (TESS), 2020.

Jackson and ul haq, Surrey Audio-Visual Expressed Emotion (SAVEE) database. Retrieved from Kaggle website: <https://www.kaggle.com/datasets/ejlok1/surrey-audiovisual-expressed-emotion-savee>, 2011.

Nassif, Shahin, Attili, Azzeh and Shaalan, "Speech recognition using deep neural networks: a systematic review", *IEEE Access*, January 2019.

Zhang, Zhang, Huang, Gao and Tian, (2018). "Learning Affective Features With a Hybrid Deep Model for Audio-Visual Emotion Recognition", *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*. Vol. 28, № 10. Pp. 3030–3043, 2018.

Davis and Mermelstein, "Comparison of parametric representations for monosyllabic word recognition in continuously spoken sentences", *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing*. Vol. 28 No. 4. Pp. 357–366, 1980.

Zheng, Zhu, Peng and Lu, "EEG-based emotion classification using deep belief networks", *IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME)*. Pp. 1–6, 2014.

Xia and Liu (2015). "A multi-task learning framework for emotion recognition using 2D continuous space", *IEEE Transactions on Affective Computing*, Vol. 8. № 1. Pp. 3–14. December 2015.

Eyben, Wöllmer and Schuller, "Opensmile: the munich versatile and fast open-source audio feature extractor", *ACM DL Digital library*. Pp.1459–1462, October 2010.

Tzirakis, Trigeorgis, Nicolaou, Schuller and Zafeiriou, "End-to-end multimodal emotion recognition using deep neural networks", *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*. Vol. 11. № 8. Pp. 1301–1309. October 2017.

Lawrence I-Kuei Lin, "A Concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility", *Biometrics*, 45(1). Pp. 255–268, 1989.

Zeng, Tu, Pianfetti and Huang, "Audio-visual affective expression recognition through multistream fused HMM", *IEEE Transactions on Multimedia*. Vol. 10. № 4. Pp. 570–577. May 2008.

Wang and Guan, "Recognizing human emotional state from audiovisual signals", *IEEE Transactions on Multimedia*. Zhalehpour. Vol. 10. № 5. Pp. 936–946. July 2008.

Schuller, Vlasenko, Eyben, Rigoll, and Wendemuth, (2009). "Acoustic emotion recognition: a benchmark comparison of performances", *IEEE Workshop on Automatic Speech Recognition & Understanding (ASRU)*. Pp. 552–557, 2009.

Gao, Qi, and Guan (2016). "Information fusion based on kernel entropy component analysis in discriminative canonical correlation space with application to audio emotion recognition", *IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pp. 2817–2821, 2016.

Elmadany, He, and Guan, (2016). "Multiview emotion recognition via multi-set locality preserving canonical correlation analysis", *IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)*. Pp. 590–593, 2016.

Zhalehpour, Onder, Akhtar, and Erdem (2016). BAUM-1: a spontaneous audio-visual face database of affective and mental states. *IEEE Transactions on Affective Computing*. Pp. 1–1, 2016.



**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АҚПАРАТТЫҚ ЖӘНЕ  
КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖУРНАЛЫ**

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ИНФОРМАЦИОННЫХ И  
КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND  
COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

Правила оформления статьи для публикации в журнале на сайте:

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

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

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

**ОТВЕТСТВЕННЫЙ РЕДАКТОР**

Ералы Диана Русланқызы

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА**

Жадыранова Гульнур Даутбековна

Подписано в печать 15.03.2023.

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