

ISSN 2518-1726 (Online),
ISSN 1991-346X (Print)



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

4 (352)

OCTOBER – DECEMBER 2024

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

БАС РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Ғалымқайыр Мұтанұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының м.а. (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

МАМЫРБАЕВ Өркен Жұмажанұлы, ақпараттық жүйелер мамандығы бойынша философия докторы (Ph.D), ҚР БҒМ Ғылым комитеті «Ақпараттық және есептеуші технологиялар институты» РМК жауапты хатшысы (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы, техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Сатпаев университетінің Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы, (Алматы, Қазақстан), **Н=3**

ВОЙЧИК Вальдемар, техника ғылымдарының докторы (физика), Люблин технологиялық университетінің профессоры (Люблин, Польша), **Н=23**

БОШКАЕВ Қуантай Авғазыұлы, Ph.D. Теориялық және ядролық физика кафедрасының доценті, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=10**

QUEVEDO Nemando, профессор, Ядролық ғылымдар институты (Мехико, Мексика), **Н=28**

ЖҮСІПОВ Марат Абжанұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, теориялық және ядролық физика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=7**

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, Украина ҰҒА академигі, Қолданбалы математика және механика институты (Донецк, Украина), **Н=5**

РАМАЗАНОВ Тілекқабұл Сәбитұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің ғылыми-инновациялық қызмет жөніндегі проректоры, (Алматы, Қазақстан), **Н=26**

ТАКИБАЕВ Нұрғали Жабағаұлы, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=5**

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, физика-математика ғылымдарының докторы, академик, Молдова Ғылым Академиясының президенті, Молдова техникалық университеті (Кишинев, Молдова), **Н=42**

ХАРИН Станислав Николаевич, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақстан-Британ техникалық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=10**

ДАВЛЕТОВ Асқар Ербуланович, физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті (Алматы, Қазақстан), **Н=12**

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), Нанокұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия), **Н=26**

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Физика және информатика сериясы».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Меншіктеуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.). Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің Ақпарат комитетінде 14.02.2018 ж. берілген **№ 16906-Ж** мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Тақырыптық бағыты: *физика және ақпараттық коммуникациялық технологиялар сериясы*. Қазіргі уақытта: *«ақпараттық технологиялар» бағыты бойынша ҚР БҒМ БҒСБК ұсынған журналдар тізіміне енді.*

Мерзімділігі: *жылына 4 рет.*

Тиражы: *300 дана.*

Редакцияның мекен-жайы: *050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., тел.: 272-13-19*
<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

МУТАНОВ Галимкаир Мутанович, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, и.о. генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК (Алматы, Казахстан), **H=5**

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

МАМЫРБАЕВ Оркен Жумажанович, доктор философии (PhD) по специальности Информационные системы, ответственный секретарь РГП «Института информационных и вычислительных технологий» Комитета науки МОН РК (Алматы, Казахстан), **H=5**

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), **H=7**

БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич, доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Институт кибернетики и информационных технологий, кафедра прикладной механики и инженерной графики, Университет Сагпаева (Алматы, Казахстан), **H=3**

ВОЙЧИК Вальдемар, доктор технических наук (физ.-мат.), профессор Люблинского технологического университета (Люблин, Польша), **H=23**

БОШКАЕВ Куантай Авгазыевич, доктор Ph.D, преподаватель, доцент кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **H=10**

QUEVEDO Hemando, профессор, Национальный автономный университет Мексики (UNAM), Институт ядерных наук (Мехико, Мексика), **H=28**

ЖУСУПОВ Марат Абжанович, доктор физико-математических наук, профессор кафедры теоретической и ядерной физики, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **H=7**

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), **H=5**

РАМАЗАНОВ Тлексабул Сабитович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, проректор по научно-инновационной деятельности, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **H=26**

ТАКИБАЕВ Нурғали Жабағевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **H=5**

ТИГИНЯНУ Ион Михайлович, доктор физико-математических наук, академик, президент Академии наук Молдовы, Технический университет Молдовы (Кишинев, Молдова), **H=42**

ХАРИН Станислав Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, Казахстанско-Британский технический университет (Алматы, Казахстан), **H=10**

ДАВЛЕТОВ Аскар Ербуланович, доктор физико-математических наук, профессор, Казахский национальный университет им. аль-Фараби (Алматы, Казахстан), **H=12**

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), **H=26**

«Известия НАН РК. Серия физика и информатики».

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Собственник: *Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы).*

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации Министерства информации и общественного развития Республики Казахстан **№ 16906-Ж** выданное 14.02.2018 г.

Тематическая направленность: *серия физика и информационные коммуникационные технологии.* В настоящее время: *вошел в список журналов, рекомендованных ККСОН МОН РК по направлению «информационные коммуникационные технологии».*

Периодичность: *4 раз в год.*

Тираж: *300 экземпляров.*

Адрес редакции: *050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, оф. 219, тел.: 272-13-19*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

EDITOR IN CHIEF:

MUTANOV Galimkair Mutanovich, doctor of technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, acting director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

MAMYRBAYEV Orken Zhumazhanovich, Ph.D. in the specialty "Information systems, executive secretary of the RSE "Institute of Information and Computational Technologies", Committee of Science MES RK (Almaty, Kazakhstan) **H=5**

EDITORIAL BOARD:

KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich, doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK (Almaty, Kazakhstan), **H=7**

BAYGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabayevich, doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS RK, Institute of Cybernetics and Information Technologies, Department of Applied Mechanics and Engineering Graphics, Satbayev University (Almaty, Kazakhstan), **H=3**

WOICIK Waldemar, Doctor of Phys.-Math. Sciences, Professor, Lublin University of Technology (Lublin, Poland), **H=23**

BOSHKAYEV Kuantai Avgazievich, PhD, Lecturer, Associate Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=10**

QUEVEDO Hemando, Professor, National Autonomous University of Mexico (UNAM), Institute of Nuclear Sciences (Mexico City, Mexico), **H=28**

ZHUSSUPOV Marat Abzhanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor of the Department of Theoretical and Nuclear Physics, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=7**

KOVALEV Alexander Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician of NAS of Ukraine, Director of the State Institution «Institute of Applied Mathematics and Mechanics» DPR (Donetsk, Ukraine), **H=5**

RAMAZANOV Tlekkabul Sabitovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Vice-Rector for Scientific and Innovative Activity, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=26**

TAKIBAYEV Nurgali Zhabagaevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=5**

TIGHINEANU Ion Mikhailovich, Doctor in Physics and Mathematics, Academician, Full Member of the Academy of Sciences of Moldova, President of the AS of Moldova, Technical University of Moldova (Chisinau, Moldova), **H=42**

KHARIN Stanislav Nikolayevich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Kazakh-British Technical University (Almaty, Kazakhstan), **H=10**

DAVLETOV Askar Erbulanovich, Doctor in Physics and Mathematics, Professor, al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan), **H=12**

CALANDRA Pietro, PhD in Physics, Professor at the Institute of Nanostructured Materials (Monterotondo Station Rome, Italy), **H=26**

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

Series of physics and informatics.

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Owner: RPA «National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan» (Almaty). The certificate of registration of a periodical printed publication in the Committee of information of the Ministry of Information and Social Development of the Republic of Kazakhstan **No. 16906-ЖК**, issued 14.02.2018
Thematic scope: *series physics and information technology.*

Currently: *included in the list of journals recommended by the CCSES MES RK in the direction of «information and communication technologies».*

Periodicity: *4 times a year.*

Circulation: *300 copies.*

Editorial address: *28, Shevchenko str., of. 219, Almaty, 050010, tel. 272-13-19*

<http://www.physico-mathematical.kz/index.php/en/>

NEWS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 4. Number 352 (2024). 163–173

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.315>

УДК 004.032.26

МРПТИ 28.23.37

©**B. Medetov**¹, **A. Nurlankyzy**^{2,3*}, **A. Akhmediyarova**², **A. Zhetpisbayeva**¹,
D. Zhexebay⁴, 2024.

¹S. Seifulliny Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan;

²Satbayev University, Almaty, Kazakhstan;

³Energo University, Almaty, Kazakhstan;

⁴Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: nurlankyzyaigulya@gmail.com

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF NEURAL NETWORKS WITHIN THE LOW SNR

Medetov Bekbolat – PhD, Associate Professor of S. Seifulliny Kazakh Agrotechnical Research University, Astana, Kazakhstan, bm02@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5594-8435>;
Nurlankyzy Aigul – PhD doctoral student, Satbayev University, Senior Lecturer at the Department of Space Engineering, Almaty University of Energy and Communications named after G. Daukeev, Almaty, Kazakhstan, nurlankyzyaigulya@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0791-8573>;

Akhmediyarova Ainur – PhD, Associate Professor of the Department of «Software Engineering» Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, a.akhmediyarova@satbayev.university; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4439-7313>;

Zhetpisbayeva Ainur – PhD, Associate Professor of the Department of Radio Engineering, Electronics and Telecommunications, L.N. Gumilev Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, aigulji@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4525-5299>;

Zhexebay Dauren – PhD, Senior Lecturer at the Department of Electronics and Astrophysics, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, zhexebay92@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-1884-4662>.

Abstract. This work is devoted to a comparative analysis of the effectiveness of the neural networks CNN and RNN at a low SNR ratio. Research conducted within the framework of this work showed that RNN convolutional neural networks demonstrate higher efficiency in speech signal recognition tasks at a low SNR ratio. Thus, the RNN neural network showed stable superiority over the CNN at low SNR values. It was revealed that with a ratio of SNR = 6 dB, the recognition accuracy using RNN was 82% for the Kazakh language, whereas CNN showed a result in the region of 77%.

In addition, the results showed that the effectiveness of the CNN and RNN depended on the language in which they were trained. Neural networks trained in

Kazakh showed the best results in recognizing Kazakh speech but also successfully coped with recognizing the Russian language. This highlights the importance of considering language features when developing and training neural networks to improve their performance in multilingual environments.

Within the framework of this study, it was found that different languages demonstrated different results at a low SNR level. For example, despite the kinship relationship between the Kazakh and Kyrgyz languages, the RNN was more successful in recognizing the Russian language. This may indicate a greater similarity in phonetic features between Kazakhs and Russians than between Kazakhs and Kyrgyz. This result requires further detailed research and analysis to identify phonetic features that affect the accuracy of speech signal recognition.

Keywords: artificial neural networks, convolutional neural network (CNN), recurrent neural network (RNN), voice activity detector (VAD), signal-to-noise ratio.

©Б. Медетов¹, А. Нурланкызы^{2,3*}, А. Ахмедиярова², А. Жетписбаева¹,
Д. Жексебай⁴, 2024.

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан;

²Satbayev University, Алматы, Қазақстан;

³Energo University, Алматы, Қазақстан;

⁴Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан.

E-mail: nurlankyzaigulya@gmail.com

СИГНАЛ/ШУЫЛ ҚАТЫНАСЫ ТӨМЕН ЖАҒДАЙДА НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІНЕ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ ЖАСАУ

Медетов Бекболат – PhD, қауым. проф. С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан, bm02@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5594-8435>;

Нурланкызы Айгуль – PhD докторант, Satbayev University, Ғ. Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университетінің “Ғарыштық инженерия” кафедрасының аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан, nurlankyzaigulya@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0791-8573>;

Ахмедиярова Айнур – PhD, қауым. проф. Satbayev University “Бағдарламалық инженерия” кафедрасы, Алматы, Қазақстан; a.akhmediyarova@satbayev.university, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4439-7313>;

Жетписбаева Айнур – PhD, қауым. проф. Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің “Радиотехника, электроника және телекоммуникация” кафедрасы, Астана, Қазақстан, aigulji@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4525-5299>;

Жексебай Даурен – PhD, әл-Фараби Қазақ ұлттық университетінің “Электроника және астрофизика” кафедрасының аға оқытушысы, Алматы, Қазақстан, zhhexebay92@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-1884-4662>.

Аннотация. Бұл жұмыс сигнал/шу қатынасы төмен болған кезде CN

және RN нейрондық желілерінің тиімділігін салыстырмалы талдауға арналған. Осы жұмыста жүргізілген зерттеу RNN конволюциялық нейрондық желілері сигнал/шуыл қатынасы төмен деңгейде сөйлеу сигналын тану тапсырмаларында жоғары тиімділікті көрсететінін дәлелдеді. Сонымен, RNN нейрондық желісі сигнал/шуыл қатынасының төмен мәндерінде CNN-ден тұрақты артықшылықты көрсетті. Сигнал/шуыл = 6 дБ қатынасында RNN пайдалана отырып тану дәлдігі қазақ тілі үшін 82% құрайтыны анықталды, ал CNN 77% нәтижесін көрсетті. Сонымен қатар, нәтижелер CNN және RNN нейрондық желілерінің тиімділігі олар оқыған тілге байланысты екенін байқадық. Қазақ тілінде оқытылған нейрондық желілер қазақ тілін тануда үздік нәтижелер көрсетті, сонымен қатар орыс тілін тануда жұмыс жасады. Бұл нейрондық желілерді жобалау және оқыту кезінде тілдік ерекшеліктерді ескерудің маңыздылығын нақтылайды, бұл олардың көптілді ортадағы өнімділігін жақсарта алады.

Осы зерттеу аясында әртүрлі тілдер сигнал/шуыл деңгейі төмен болған кезде әртүрлі нәтижелерді көрсететіні анықталды. Мысалы, қазақ және қырғыз тілдері арасындағы туыстық байланысқа қарамастан, RNN нейрондық желісі орыс тілін танумен сәтті орындады. Бұл қазақ және қырғыз тілдеріне қарағанда қазақ және орыс тілдері арасындағы фонетикалық белгілердің үлкен ұқсастығын көрсетуі мүмкін. Бұл нәтиже сөйлеу сигналын тану дәлдігіне әсер ететін фонетикалық ерекшеліктерді анықтау үшін одан әрі егжей-тегжейлі зерттеу мен талдауды қажет етеді.

Түйін сөздер: жасанды нейрондық желілер, конволюциялық нейрондық желі, қайталанатын нейрондық желі, дауыстық белсенділік детекторы, сигнал/шуыл қатынасы.

©Б. Медетов¹, А. Нурланқызы^{2,3*}, А. Ахмедиярова²,
А. Жетписбаева¹, Д. Жексебай⁴, 2024.

¹Казахский агротехнический исследовательский университет

им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан;

²Satbayev University, Алматы, Казахстан;

³Energo University, Алматы, Казахстан;

⁴Казахский национальный университет им. аль-Фараби,
Алматы, Казахстан.

E-mail: nurlankyzyaigulya@gmail.com

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ НИЗКОМ ЗНАЧЕНИИ ОТНОШЕНИЯ С/Ш

Медетов Бекболат – PhD, ассоц. проф. Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан, bm02@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-5594-8435>;

Нурланқызы Айгуль – PhD докторант Satbayev University, старший преподаватель кафедры «Космической инженерии» Алматинского Университета Энергетики и связи имени Г. Даукеева,

Алматы, Казахстан, nurlankyzyaigulya@gmail.com; ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-0791-8573>;

Ахмедиярова Айнур – PhD, ассоц. проф. кафедры «Программной инженерии» Satbayev University, Алматы, Казахстан, a.akhmediyarova@satbayev.university, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4439-7313>;

Жетписбаева Айнур – PhD, ассоц. проф. кафедры «Радиотехники, электроники и телекоммуникации» Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан, aigulji@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4525-5299>;

Жексебай Даурен – PhD, старший преподаватель кафедры «Электроники и астрофизики» Казахского национального университета им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, zhexebay92@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-1884-4662>.

Аннотация: Данная работа посвящена сравнительному анализу эффективности нейронных сетей CNN и RNN при низком значении отношения С/Ш. Проведенное исследование в рамках данной работы показало, что сверточные нейронные сети RNN демонстрируют более высокую эффективность в задачах распознавания речевого сигнала при низком уровне отношения С/Ш. Так, нейронная сеть RNN показала стабильное превосходство над CNN при низких значениях отношения С/Ш. Выявлено, что при отношении С/Ш = 6 дБ, точность распознавания с использованием RNN составила 82% для казахского языка, в то время как CNN показала результат в районе 77%.

Кроме того, результаты показали, что эффективность нейронных сетей CNN и RNN зависят от языка, на котором они обучались. Нейронные сети, обученные на казахском языке, показали лучшие результаты при распознавании казахской речи, но также успешно справлялись с распознаванием русского языка. Это подчеркивает важность учета языковых особенностей при разработке и обучении нейронных сетей, что может улучшить их производительность в многоязычных средах.

В рамках данного исследования установлено, что разные языки демонстрируют различные результаты при низком уровне С/Ш. Например, несмотря на родственную связь между казахским и кыргызскими языками, нейронная сеть RNN более успешно справлялась с распознаванием русского языка. Это может свидетельствовать о большом сходстве фонетических признаков между казахским и русским языками, чем между казахским и кыргызским. Данный результат требует дальнейшего детального исследования и анализа для выявления фонетических особенностей, влияющих на точность распознавания речевого сигнала.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети (ИНС), сверхточная нейронная сеть (CNN), рекуррентная нейронная сеть (RNN), детектор голосовой активности (VAD), отношение сигнал/шум.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке КН МОН РК по программе грантового финансирования научных исследований, грант AP19677321 «Разработка цифровых экспериментальных установок для изучения явлений

физики в лабораторных условиях учебных заведений с использованием современных компьютерных технологий» (2023-2025г).

Введение. Речь является основным средством человеческого общения и играет важную роль в процессе взаимодействия между людьми. В последние годы наблюдается растущий интерес к использованию речевых технологий, которые могут оказаться более эффективными по сравнению с традиционными способами ввода информации, такими как клавиатура и т.д. Этот интерес стал основой для активных исследований в области автоматического распознавания речи (ASR, Automatic Speech Recognition). Тем не менее, корректная работа ASR в шумной среде все еще является актуальной проблемой, поскольку существует множество возможных искажений окружающей среды, и их компенсация представляет собой трудную задачу, которую трудно точно компенсировать.

Шумоподавление и удаление искажений являются важными трудностями в распознавании речевого сигнала, обработке изображений, радаре, гидролокаторе и любом другом применении, где сигналы не могут быть изолированы от фонового шума и искажений. Шум присутствует почти во всех акустических средах.

Основными факторами, способствующими снижению производительности систем распознавания речевого сигнала, как правило, недостаточная беглость языка у не носителей языка, а также фонетические расхождения между целевым и родным языком. Эффективная обработка сигналов является необходимым условием для успешной работы систем распознавания речевого сигнала. В процессе предварительной обработки используются алгоритмы обнаружения голосовой активности (VAD, Voice Activity Detection) и улучшения речевого сигнала, которые существенно повышают точность системы ASR. Поэтому ASR часто используется вместе с системой VAD, чтобы активировать ASR только на озвученных акустических сигналах.

Литературный обзор. Алгоритмы VAD играют особую роль в качестве блока предварительной обработки в широком спектре речевых приложений. Они значительно способствуют повышению эффективности различных процессов таких как улучшение речи (Loizou, 2007), надежное распознавание речи (Ramírez, et al, 2007), определение говорящего (Avila, et al, 2014) и системы речевого сопровождения (Sakai, et al, 2010). Также VAD отвечает за фильтрацию и удаление зашумленных речевых сигналов, что приводит к улучшению производительности в этих приложениях.

Существует множество предложенных алгоритмов VAD (Blum, et al, 2021), и большинство из них демонстрирует высокую эффективность в условиях чистой окружающей среды. Однако модели VAD часто сталкиваются с трудностями при извлечении речевых сигналов в условиях низкого отношения сигнал/шум (SNR). В связи с этим повышение точности и надежности VAD в сценариях с низким ОСШ привлекло значительное внимание исследователей.

В реальных условиях могут встречаться множество типов шумов, и такие источники могут существенно затруднять выполнение задач VAD. Поэтому для успешного применения в практических сценариях необходим надежный и адаптивный алгоритм VAD.

Алгоритм глубокого обучения представляют собой один из современных подходов в области улучшения качества речи (Rownicka, et al, 2020), который, как было доказано, обладает приемлемой производительностью при обработке различных уровней шума в условиях улучшения речи на основе вычислительных платформ. Алгоритмы VAD, основанные на глубоком обучении (DL) (Sharma, et al, 2022), например, основанные на глубоких нейронных сетях (DNN) (Wang, et al, 2017) сверточных нейронных сетях (CNN) (Jia, et al, 2021) и длинной кратковременной памяти (LSTM) (Wilkinson, et al, 2021), как контролируемые методы, показали значительное улучшение устойчивости к шуму благодаря своей высокой классификационной способности.

В работе (Takale, et al, 2024) для восстановления оригинальных речевых сигналов от искаженных аналогов использовали инновационный подход, включающий в себя использование дискретного преобразования на основе полиномов Шарлиера. Данный алгоритм позволяет извлекать контекстную информацию из речевых сигналов, что способствует к улучшению качества и разборчивости речи. В работе (Khattak, et al, 2022) предложен одноканальный алгоритм улучшения речи, основанный на глубокой нейронной сети (DNN). Результаты исследования показывают, что предлагаемый алгоритм обеспечивает лучшую разборчивость и качество речи. Также отмечается снижение остаточного шума и искажений речевого сигнала. Алгоритм продемонстрировал улучшение разборчивости и качества на 14,61% и 42,11% соответственно по сравнению с шумной речью.

Материалы и методы. Объектами исследования данной работы являются различные искусственные нейронные сети, используемые для распознавания человеческого голоса. Рассматривается их способность эффективно распознавать человеческий голос в независимости от языка, обучаясь на небольшом количестве дикторов в условиях шума.

Основная гипотеза исследования заключается в том, что несмотря на то что фонетика разных языков отличается друг от друга, они имеют много общих фонем, следовательно, обученная на каком-то языке нейронная сеть должна распознавать человеческие голоса на других языках с той же эффективностью. Также предполагалось, что для достижения приемлемой точности распознавания человеческого голоса нейронными сетями их можно обучать на ограниченном количестве дикторов, примерно несколько сотен, однако при этом необходимо соблюдать паритет мужских и женских голосов.

Для проведения обучения и тестирования нейронных сетей были использованы наборы данных Института умных систем и искусственного интеллекта (Institute of Smart Systems and Artificial Intelligence, ISSAI)

Назарбаев Университета, а именно корпус казахской речи (Mussakhojajeva, et al, 2022), корпус русской речи (Mussakhojajeva, et al, 2021), корпус турецкого языка (Mussakhojajeva, et al, 2023), корпус узбекского языка (Musaev, et al, 2021). Также был использован один из крупнейших открытых наборов данных Common Voice Dataset (Ardila, et al 2020), а именно корпус кыргызского языка и корпус английского языка, корпус французского языка. Из каждого набора данных были выбраны 20 мужских и 20 женских голосов и подобраны специальным образом, чтобы голоса были разной интонации, высоты тона, возраста и т.д. Структура сетей CNN и RNN представлена на рисунках 1, 2.

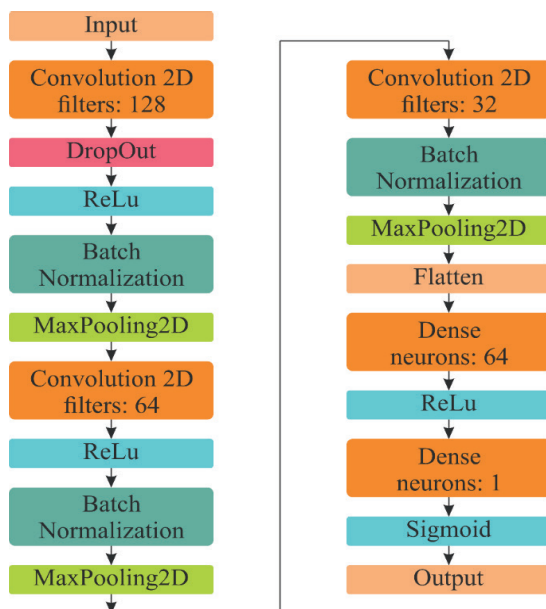


Рисунок 1. Структура сетей CNN

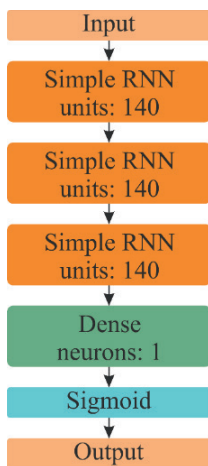
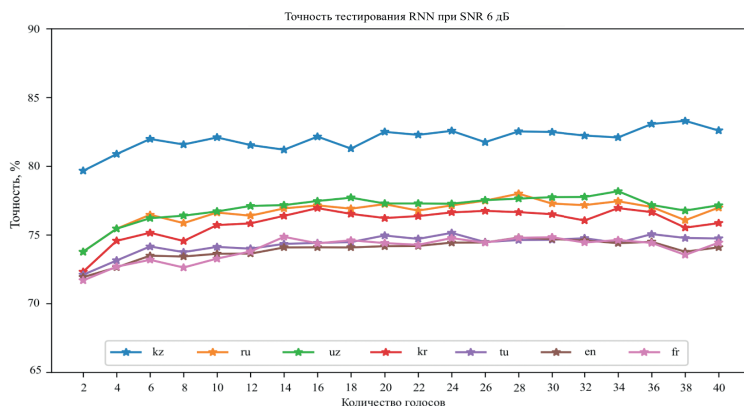


Рисунок 2. Структура сетей RNN

Таким образом, объектами исследования в данной работе являются искусственные нейронные сети CNN и RNN. Основная гипотеза исследования заключается в том, как добавление шума к обучающим данным влияет на точность распознавания речевого сигнала нейронными сетями CNN и RNN, и определить какая архитектура нейронной сети более помехоустойчивая.

Результаты. В данном исследовании для обучения и тестирования нейронных сетей таких как CNN и RNN было использовано 40 дикторов. Для обучения использовались записи дикторов с мужскими и женскими голосами. Каждый диктор имел свои особенности, такие как интонация, высота тона, возраст и другие характеристики речи, что сделало набор данных для обучения нейронных сетей разнообразным. Обучение нейронных сетей CNN и RNN проводилось исключительно на казахском языке, что позволило сосредоточиться на специфике данного языка и его особенностях в распознавании речи. Эффективность обученных моделей оценивалась на других языках, таких как, русский, узбекский, кыргызский, турецкий, английский и французский. В рамках данного исследования были проведены эксперименты, направленные на оценку эффективности различных архитектур нейронных сетей CNN и RNN. Основной целью исследования является определение того, как различия в архитектуре нейронных сетей и значение уровня отношения сигнал/шум (С/Ш) влияют на точность распознавания речи. Полученные результаты позволят глубже понять влияние этих факторов на производительность систем распознавания речи в многоязычной среде.

При отношении С/Ш=6 дБ, условия передачи сигнала крайне неблагоприятны, что значительно усложняет задачу распознавания речи. На этом уровне шума RNN продемонстрировала явное преимущество по сравнению с CNN на всех языках. Например, для казахского языка точность распознавания с использованием RNN составила примерно 82%, тогда как CNN показала результат около 77%. Аналогичная картина наблюдалась и на русском языке, где CNN достигла 72%, в то время как RNN – около 74-75%. Эти данные можно увидеть на рисунке 3, где показано точность распознавания речи при С/Ш=6 дБ.



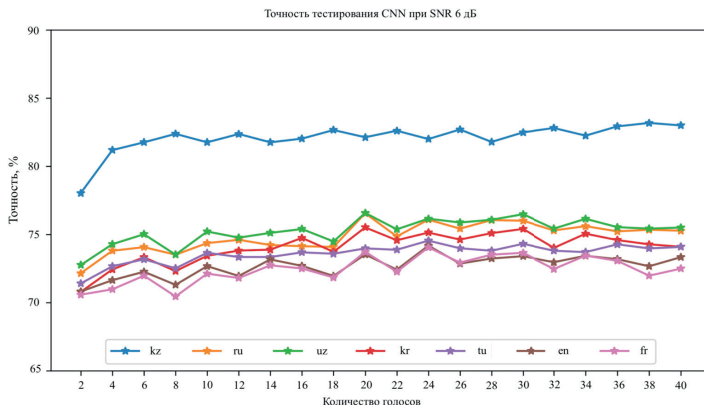


Рисунок 3. Точность распознавания речи нейронными сетями CNN и RNN при отношении C/Ш=6 дБ в зависимости от количества дикторов на различных языках

Также интересно отметить, что на узбекском и русском языках разрыв между результатами CNN и RNN был более заметным. Так, точность распознавания RNN была на 1-3% выше, чем у CNN. На французском языке разница была менее значительной, однако RNN всё равно показала лучшее распознавание. Турецкий язык, несмотря на его близость к казахскому в лингвистическом плане, оказался самым сложным для обеих сетей, где RNN также демонстрировала небольшое, но стабильное преимущество.

Кроме того, сравнительный анализ производительности нейронных сетей CNN и RNN при низком значении отношения C/Ш позволяет выявить важные различия в их эффективности. Полученные в ходе тестирования и распознавания речевых сигналов на различных языках представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ производительности CNN и RNN при низком уровнях SNR

Язык	SNR=6 dB		Δ при SNR 6 dB	Язык	SNR=6 dB		Δ при SNR 6 dB
	RNN (%)	CNN (%)			RNN (%)	CNN (%)	
Русский	80	77	3%	Турецкий	77	75	1%
Узбекский	79	76	3%	Английский	75	74	1%
Кыргызский	77	76	1%	Французский	74	74	0%

Таким образом, можно утверждать, что нейронная сеть RNN показывает более высокую точность по сравнению с CNN при низком уровне SNR и для всех исследуемых языков. Заметное преимущество RNN на низких уровнях SNR свидетельствует о более высокой устойчивости этой архитектуры к шумам и помехам. Также можно утверждать, что производительность нейронных сетей зависит от языка обучения и тестирования.

Обсуждение. Анализ результатов показал, что архитектура нейронной сети RNN обеспечивает более высокую точность распознавания речевого

сигнала по сравнению с CNN в условиях шума для всех протестированных языков. Особенно это проявляется при низком отношении С/Ш, когда условия передачи сигнала являются наименее благоприятными. Так, при отношении С/Ш=6 дБ разница в точности распознавания между CNN и RNN достигала примерно 5%, что указывает на лучшую способность RNN адаптироваться к неблагоприятным условиям. Данный результат объясняется тем, что нейронная сеть RNN способна извлекать более устойчивые признаки из шумных данных, что делает её более эффективной в условиях низкого показателя отношения С/Ш.

В рамках данного исследования установлено, что разные языки демонстрируют различные результаты при низком уровне С/Ш. Например, несмотря на родственную связь между казахским и кыргызскими языками, нейронная сеть RNN более успешно справлялась с распознаванием русского языка. Это может свидетельствовать о большом сходстве фонетических признаков между казахским и русским языками, чем между казахским и кыргызским. Данный результат требует дальнейшего детального исследования и анализа для выявления фонетических особенностей, влияющих на точность распознавания речевого сигнала.

Заключение. На основе проведенного исследования можно сделать следующие выводы. Выявлено, что архитектура нейронной сети RNN является более эффективной для распознавания речевого сигнала, независимо от уровня отношения С/Ш и языка. Также использование ограниченного количества дикторов для обучения показало высокую эффективность и адаптивность RNN к различным речевым условиям. Выявлено, что эффективность нейронных сетей зависит от языка, на котором они обучались. Сети, обученные на казахском языке, показали лучшие результаты при распознавании казахской речи, но также успешно справлялись с распознаванием русского языка. Этот факт подчеркивает необходимость учитывать языковые особенности при обучении и применении нейронных сетей для распознавания речевого сигнала.

References

- Ardila, R., Branson, M., Davis, K., Kohler, M., Meyer, J., Henretty, M., Morais, R., Saunders, L., Tyers, F.M., Weber, G.: Common voice: A massively-multilingual speech corpus. In: LREC. pp. 4218–4222. ELRA (2020)
- Avila, A.R., Fraga, F.J., Sarria-Paja, M., Falk, T.H., 2014. Investigating the use of modulation spectral features within an i-vector framework for far-field automatic speaker verification, in: Telecommunications Symposium
- Blum, N., Lachapelle, S., Alvestrand, H., 2021. WebRTC: Real-time communication for the open web platform. Communications of the ACM 64, 50–54.
- Jia, F., Majumdar, S., Ginsburg, B., 2021. Marblenet: Deep 1d time-channel separable convolutional neural network for voice activity detection, in: ICASSP 2021 - 2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), pp. 6818–6822
- Khattak M.I., Saleem N., Gao J., Verdu E., Fuente J.P. Regularized sparse features for noisy speech enhancement using deep neural networks (2022) Computers and Electrical Engineering, 100, art. no. 107887. DOI: 10.1016/j.compeleceng.2022.107887

Loizou, P.C., 2007. *Speech enhancement: theory and practice*. CRC press.

Mussaev M., Mussakhoyeva S., Khujayorov I., Khassanov Y., Ochilov M., Atakan Varol H. (2021) USC: An Open-Source Uzbek Speech Corpus and Initial Speech Recognition Experiments. In: Karpov A., Potapova R. (eds) *Speech and Computer. SPECOM 2021. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12997. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87802-3_40

Mussaev M., Khassanov Y., Atakan Varol H. (2021) A Study of Multilingual End-to-End Speech Recognition for Kazakh, Russian, and English. In: Karpov A., Potapova R. (eds) *Speech and Computer. SPECOM 2021. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12997. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-87802-3_41

Mussaev M., Khassanov Y., Varol, H.A.: KSC2: An Industrial-Scale Open-Source Kazakh Speech Corpus. In: *Proceedings of the 23rd INTERSPEECH Conference*: pp. 1367-1371. 2022.

Mussaev M., Dauletbek, K.; Yeshpanov, R.; Varol, H.A. *Multilingual Speech Recognition for Turkic Languages*. *Information* 2023, 14, 74.

Ramirez, J., Segura, J.C., Goriz, J.M., Garcia, L., 2007. Improved voice activity detection using contextual multiple hypothesis testing for robust speech recognition. *IEEE Transactions on Audio, Speech, and Language Processing* 15, 2177–2189

Rownicka J, Bell P, Renals S. 2020. Multi-Scale octave convolutions for robust speech recognition. In: *IEEE international conference on acoustics, speech and signal processing*. Piscataway. IEEE.

Sakai, H., Cincarek, T., Kawanami, H., Saruwatari, H., Shikano, K., Lee, A., 2010. Voice activity detection applied to hands-free spoken dialogue robot based on decoding using acoustic and language model, in: *1st International ICST Conference on Robot Communication and Coordination*

Sharma, M., Joshi, S., Chatterjee, T., Hamid, R., 2022. A comprehensive empirical review of modern voice activity detection approaches for movies and tv shows. *Neurocomputing* 494, 116–131

Takale, Dattatray & Thombal, Shreyas & Tadv, Najim & Sonu, Sunil & Suryawanashi, Samadhan & Surwade, Ashwajit. (2024). *Speech Enhancement Using Machine Learning*. *Journal of Electrical Engineering and Electronics Design*. 2. 10.48001/joeed.2024.2111-15.

Wang, L., Phapatanaburi, K., Go, Z., Nakagawa, S., Iwahashi, M., Dang, J., 2017. Phase aware deep neural network for noise robust voice activity detection, in: *2017 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME)*, pp. 1087–1092

Wilkinson, N., Niesler, T., 2021. A hybrid cnn-bilstm voice activity detector, in: *ICASSP 2021-2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, IEEE. pp. 6803–6807

CONTENTS

INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

M. Aitimov, R.U Almenayeva, K.K. Makulov, A.B. Ostayeva, R. Muratkhan
APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHOD TO ANALYZE AND
EXTRACT SEMANTIC STRUCTURES FROM SCIENTIFIC TEXTS.....5

A.K. Aitim, G.K. Sembina
MODELING OF HUMAN BEHAVIOR FOR SMARTPHONE WITH USING
MACHINE LEARNING ALGORITHM.....17

G. Aksholak, A. Bedelbayev, R. Magazov
ANALYSIS AND COMPARISON OF MACHINE LEARNING METHODS
FOR MALWARE DETECTION.....29

A.L. Alexeyeva
SUBSONIC VIBROTRANSPORT SOLUTIONS OF THE WAVE EQUATION
IN SPACES OF DIMENSION $N=1,2,3$42

K. Bagitova, Sh. Mussiraliyeva, K. Azanbai
ANALYSIS OF SYSTEMS FOR RECOGNIZING POLITICAL EXTREMISM
IN ONLINE SOCIAL NETWORKS.....60

**A.S. Baegizova, G.I. Mukhamedrakhimova, I. Bapiyev, M.Zh. Bazarova,
U.M. Smailova**
EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF MACHINE LEARNING
METHODS FOR KEYWORD COVERAGE.....73

G. Bekmanova, B. Yergesh, G. Yelibayeva, A. Omarbekova, M. Strecker
MODELING THE RULES AND CONDITIONS FOR CONDUCTING
PRE-ELECTION DEBATES.....89

M. Bolatbek, M. Sagynay, Sh. Mussiraliyeva
USING MACHINE LEARNING METHODS FOR DETECTING
DESTRUCTIVE WEB CONTENT IN KAZAKH LANGUAGE.....99

Y. Golenko, A. Ismailova, K. Kadirkulov, R. Kalendar
DEVELOPMENT OF AN ONLINE PLATFORM FOR SEARCHING FOR
TANDEM REPEATS USING WHOLE GENOME SEQUENCING.....112

T. Zhukabayeva, L. Zholshiyeva, N. Karabayev, Sh. Akhmetzhanova A BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF EDGE COMPUTING IN INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIoT) CYBER-PHYSICAL SYSTEMS.....	123
S.S. Koishybay, N. Meirambekuly, A.E. Kulakaeva, B.A. Kozhakhmetova, A.A. Bulin DEVELOPMENT OF THE DESIGN OF A MULTI-BAND DISCONE ANTENNA.....	138
A. Kydyrbekova, D. Oralbekova SPEAKER IDENTIFICATION USING DISTRIBUTION-PRESERVING X-VECTOR GENERATION.....	152
B. Medetov, A. Nurlankyzy, A. Akhmediyarova, A. Zhetpisbayeva, D. Zhexebay COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF NEURAL NETWORKS WITHIN THE LOW SNR.....	163
A.A Myrzatay, L.G. Rzaeva, B. Zhumadilla, A.A. Mukhanova, G.A. Uskenbayeva DOUBLE EXPONENTIAL SMOOTHING AND TIME WINDOW METHODS FOR PREDICTIVE LAN MONITORING: ANALYSIS, COMPARISON AND APPLICATION.....	174
L. Naizabayeva, M.N. Satymbekov PREDICTING URBAN SOIL POLLUTION USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS.....	194
A.U. Mukhiyadin, U.T. Makhazhanova, A.Z. Alimagambetova, A.A. Mukhanova, A.I. Akmoldina PREDICTING STUDENT LEARNING ENGAGEMENT USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES: ANALYSIS OF EDUCATION DATA IN KAZAKHSTAN.....	204
Zh. Tashenova, Zh. Abdugulova, Sh. Amanzholova, E. Nurlybaeva PENETRATION TESTING APPROACHES EMPLOYING THE OPENVAS VULNERABILITY MANAGEMENT UTILITY.....	218
D.B. Tyulemissova, A.K. Shaikhanova, V. Martsenyuk, G.A. Uskenbayeva MODERN APPROACHES TO STUDYING THE DYNAMICS OF INFORMATION FLOW IN SOCIAL MEDIA BASED ON MACHINE LEARNING METHODS.....	231

МАЗМҰНЫ

АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

М. Айтимов, Р.У Альменаева, К.К. Макулов, А.Б. Остаева, Р. Муратхан
ҒЫЛЫМИ МӘТІНДЕРДЕН СЕМАНТИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ
ТАЛДАУ ЖӘНЕ АЛУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСІН
ҚОЛДАНУ.....5

Ә.Қ. Әйтiм, Г.К. Сембина
МАШИНАЛЫҚ ОҚУ АЛГОРИТМІН ПАЙДАЛАНЫП СМАРТФОН
ҮШІН АДАМ МІНЕЗІН МОДЕЛДЕУ.....17

Г.И. Ақшолақ, А.А. Беделбаев, Р.С. Мағазов
ЗИЯНДЫ БАҒДАРЛАМАЛАРДЫ АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ТАЛДАУ ЖӘНЕ САЛЫСТЫРУ.....29

А.Л. Алексеева
N=1,2,3 ӨЛШЕМДІ КЕҢІСТІГІНДЕГІ ТОЛҚЫНДЫҚ ТЕҢДЕУДІҢ
ДЫБЫСҚА ДЕЙІНГІ ДІРІЛКӨЛІКТІК ШЕШІМДЕРІ.....42

Қ.Б. Бағитова, Ш.Ж. Мусиралиева, Қ. Азанбай
ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІЛЕРДЕГІ САЯСИ ЭКСТРЕМИЗМДІ ОНЛАЙН ТАҢУ
ЖҮЙЕЛЕРІН ТАЛДАУ.....60

**А.С. Баегизова, Г.И. Мухамедрахимова, И.М. Бапиев, М.Ж. Базарова,
У.М. Смайлова**
ТҮЙІН СӨЗДЕРДІ ҚАМТУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІНІҢ
ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ.....73

**Г.Т. Бекманова, Б.Ж. Ергеш, Г.К. Елибаева, А.С. Омарбекова,
М. Strecker**
САЙЛАУ АЛДЫНДАҒЫ ПІКІРТАЛАСТАРДЫ ӨТКІЗУ ЕРЕЖЕЛЕРІ
МЕН ШАРТТАРЫН МОДЕЛЬДЕУ.....89

М.А. Болатбек, М.Сағынай, Ш.Ж. Мусиралиева
ҚАЗАҚ ТІЛІНДЕГІ ДЕСТРУКТИВТІ ВЕБ-КОНТЕНТТІ АНЫҚТАУ ҮШІН
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....99

Е.С. Голенко, А.А. Исмаилова, К.К. Кадиркулов, Р.Н. Календарь
ТОЛЫҚ ГЕНОМДЫҚ СЕКВЕНИРЛЕУДЕ ТАНДЕМДІК
ҚАЙТАЛАНУЛАРДЫ ІЗДЕУ ҮШІН ОНЛАЙН ПЛАТФОРМАСЫН
ӘЗІРЛЕУ.....112

- Т. Жукабаева, Л. Жолшиева, Н. Карабаев, Ш. Ахметжанова**
ӨНДІРІСТІК ЗАТТАР ИНТЕРНЕТІ (IoT) КИБЕРФИЗИКАЛЫҚ
ЖҮЙЕЛЕРІНДЕ ШЕТКІ ЕСЕПТЕУЛЕРДІ ҚОЛДАНУҒА
БИБЛИОМЕТРИЯЛЫҚ ТАЛДАУ.....123
- С.С. Қойшыбай, Н. Мейрамбекұлы, А.Е. Кулакаева, Б.А. Кожаметова,
А.А. Булин**
КӨПДИАПАЗОНДЫДИСКОНУСТЫҚАНТЕННАКОНСТРУКЦИЯСЫН
ӘЗІРЛЕУ.....138
- А.С. Кыдырбекова, Д.О. Оралбекова**
ТАРАТУДЫ САҚТАЙТЫН Х-ВЕКТОРЛАР ГЕНЕРАЦИЯСЫН
ПАЙДАЛАНЫП ДАУЫСТЫ ИДЕНТИФИКАЦИЯЛАУ.....152
- Б. Медетов, А. Нурланқызы, А. Ахмедиярова, А. Жетписбаева, Д. Жексебай**
СИГНАЛШУЫЛ ҚАТЫНАСЫ ТӨМЕН ЖАҒДАЙДА НЕЙРОНДЫҚ
ЖЕЛЛЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІНЕ САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ ЖАСАУ.....163
- А.А. Мырзатай, Л.Г. Рзаева, Б. Жұмаділла, А.А. Муханова,
Г.А. Ускенбаева**
ЖЕРГІЛІКТІ ЖЕЛІНІ БОЛЖАМДЫ БАҚЫЛАУҒА АРНАЛҒАН ҚОС
ЭКСПОНЕНЦИАЛДЫ ТЕГІСТЕУ ЖӘНЕ УАҚЫТ ТЕРЕЗЕЛЕРІНІҢ
ӘДІСТЕРІ: ТАЛДАУ, САЛЫСТЫРУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ.....174
- Л. Найзабаева, М.Н. Сатымбеков**
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АЛГОРИТМДЕРІН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ
ҚАЛА ТОПЫРАҒЫНЫҢ ЛАСТАНУЫН БОЛЖАУ.....194
- А.Ұ. Мұхиядин, У.Т. Махажанова, А.З. Алимагамбетова, А.А.Муханова,
А.И. Акмолдина**
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП,
ОҚУШЫЛАРДЫҢ БІЛІМ АЛУҒА ЫНТАСЫН БОЛЖАУ:
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ БІЛІМ БЕРУ ДЕРЕКТЕРІН ТАЛДАУ.....204
- Ж.М. Ташенова, Ж.К. Абдугулова, Ш.А. Аманжолова, Э. Нурлыбаева**
OPENVAS ОСАЛДЫҒЫН БАСҚАРУ УТИЛИТАСЫН ҚОЛДАНА
ОТЫРЫП, ЕНУДІ ТЕСТІЛЕУ ТӘСІЛДЕРІ.....218
- Д.Б. Тюлемисова, А.К. Шайханова, В.П. Мартценюк, Г.А. Ускенбаева,
Г.В. Бекешева**
МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІНЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ӘЛЕУМЕТТІК
ЖЕЛЛЕРДЕГІ АҚПАРАТ АҒЫНЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН ЗЕРТТЕУДІҢ
ЗАМАНАУИ ТӘСІЛДЕРІ.....231

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

М. Айтимов, Р.У Альменаева, К.К. Макулов, А.Б. Остаева, Р. Муратхан ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА И ИЗВЛЕЧЕНИЯ СЕМАНТИЧЕСКИХ СТРУКТУР ИЗ НАУЧНЫХ ТЕКСТОВ.....	5
А.К. Айтим, Г.К. Сембина МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ ДЛЯ СМАРТФОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	17
Г.И. Акшолок, А.А. Бедельбаев, Р.С. Магазов АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ВРЕДОНОСНОГО ПО.....	29
Л.А. Алексеева ДОЗВУКОВЫЕ ВИБРОТРАНСПОРТНЫЕ РЕШЕНИЯ ВОЛНОВОГО УРАВНЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВАХ РАЗМЕРНОСТИ $N=1,2,3$	42
К.Б. Багитова, Ш.Ж. Мусиралиева, К. Азанбай АНАЛИЗ СИСТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОЛИТИЧЕСКОГО ЭКСТРЕМИЗМА В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ ОНЛАЙН.....	60
А.С. Баегизова, Г.И. Мухамедрахимова, И.М. Бапиев, М.Ж. Базарова, У.М. Смайлова ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОХВАТА КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ.....	73
Г.Т. Бекманова, Б.Ж. Ергеш, Г.К. Елибаева, А.С. Омарбекова, М. Strecker МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРАВИЛ И УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕДВЫБОРНЫХ ДЕБАТОВ.....	89
М.А. Болатбек, М. Сагынай, Ш.Ж. Мусиралиева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕСТРУКТИВНОГО ВЕБ-КОНТЕНТА НА КАЗАХСКОМ ЯЗЫКЕ.....	99
Е.С. Голенко, А.А. Исмаилова, К.К. Кадиркулов, Р.Н. Календарь РАЗРАБОТКА ОНЛАЙН-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ПОИСКА ТАНДЕМНЫХ ПОВТОРОВ ПРИ ПОЛНОГЕНОМНОМ СЕКВЕНИРОВАНИИ.....	112

Т. Жукабаева, Л. Жолшиева, Н. Карабаев, Ш. Ахметжанова БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ГРАНИЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПРОМЫШЛЕННОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ (IIoT).....	123
С.С. Койшыбай, Н. Мейрамбекұлы, А.Е. Кулакаева, Б.А. Кожаметова, А.А. Булин РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МНОГОДИАПАЗОННОЙ ДИСКОНУСНОЙ АНТЕННЫ.....	138
А.С. Кыдырбекова, Д.О. Оралбекова ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГОВОРЯЩЕГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕРАЦИИ X-ВЕКТОРОВ С СОХРАНЕНИЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ...152	152
Б. Медетов, А. Нурланкызы, А. Ахмедиярова, А. Жетписбаева, Д. Жексебай СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ НИЗКОМ ЗНАЧЕНИИ ОТНОШЕНИЯ С/Ш.....	163
А.А. Мырзатай, Л.Г. Рзаева, Б. Жұмаділла, А.А. Муханова, Г.А. Ускенбаева МЕТОДЫ ДВОЙНОГО ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОГО СГЛАЖИВАНИЯ И ВРЕМЕННЫХ ОКОН ДЛЯ ПРЕДИКТИВНОГО МОНИТОРИНГА ЛВС: АНАЛИЗ, СРАВНЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ.....	174
Л. Найзабаева, М.Н. Сатымбеков ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ ПОЧВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	194
А.У. Мухиядин, У.Т. Махажанов, А.З. Алимагамбетова, А.А. Муханова, А.И. Акмолдина ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МОТИВАЦИИ УЧАЩИХСЯ К ОБУЧЕНИЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ: АНАЛИЗ ДАННЫХ ОБ ОБРАЗОВАНИИ В КАЗАХСТАНЕ.....	204
Ж.М. Ташенова, Ж.К. Абдугулова, Ш.А. Аманжолова, Э. Нурлыбаева ПОДХОДЫ К ТЕСТИРОВАНИЮ НА ПРОНИКНОВЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УТИЛИТЫ УПРАВЛЕНИЯ Уязвимостями OPENVAS.....	218
Д.Б. Тюлемисова, А.К. Шайханова, В. Мартценюк, Г.А. Ускенбаева, Г.В. Бекешева СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ДИНАМИКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА В СОЦИАЛЬНЫХ МЕДИА НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	231

**Publication Ethics and Publication Malpractice
the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайтах:

www.nauka-nanrk.kz

<http://physics-mathematics.kz/index.php/en/archive>

ISSN 2518-1726 (Online),

ISSN 1991-346X (Print)

Директор отдела издания научных журналов НАН РК *А. Ботанқызы*

Редакторы: *Д.С. Аленов, Ж.Ш. Әден*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 2.12.2024.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

16,0 п.л. Тираж 300. Заказ 4.