

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



«ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ» РҚБ
«ХАЛЫҚ» ЖҚ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

РОО «НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН»
ЧФ «Халық»

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
«Halyk» Private Foundation

**SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY**

1 (349)

JANUARY – MARCH 2024

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963
PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK



ЧФ «ХАЛЫҚ»

В 2016 году для развития и улучшения качества жизни казахстанцев был создан частный Благотворительный фонд «Халык». За годы своей деятельности на реализацию благотворительных проектов в областях образования и науки, социальной защиты, культуры, здравоохранения и спорта, Фонд выделил более 45 миллиардов тенге.

Особое внимание Благотворительный фонд «Халык» уделяет образовательным программам, считая это направление одним из ключевых в своей деятельности. Оказывая поддержку отечественному образованию, Фонд вносит свой посильный вклад в развитие качественного образования в Казахстане. Тем самым способствуя росту числа людей, способных менять жизнь в стране к лучшему – профессионалов в различных сферах, потенциальных лидеров и «великих умов». Одной из значимых инициатив фонда «Халык» в образовательной сфере стал проект *Ozgeris powered by Halyk Fund* – первый в стране бизнес-инкубатор для учащихся 9-11 классов, который помогает развивать необходимые в современном мире предпринимательские навыки. Так, на содействие малому бизнесу школьников было выделено более 200 грантов. Для поддержки талантливых и мотивированных детей Фонд неоднократно выделял гранты на обучение в Международной школе «Мирас» и в *Astana IT University*, а также помог казахстанским школьникам принять участие в престижном конкурсе «*USTEM Robotics*» в США. Авторские работы в рамках проекта «Тәлімгер», которому Фонд оказал поддержку, легли в основу учебной программы, учебников и учебно-методических книг по предмету «Основы предпринимательства и бизнеса», преподаваемого в 10-11 классах казахстанских школ и колледжей.

Помимо помощи школьникам, учащимся колледжей и студентам Фонд считает важным внести свой вклад в повышение квалификации педагогов, совершенствование их знаний и навыков, поскольку именно они являются проводниками знаний будущих поколений казахстанцев. При поддержке Фонда «Халык» в южной столице был организован ежегодный городской конкурс педагогов «*Almaty Digital Ustaz*».

Важной инициативой стал реализуемый проект по обучению основам финансовой грамотности преподавателей из восьми областей Казахстана, что должно оказать существенное влияние на воспитание финансовой грамотности и предпринимательского мышления у нового поколения граждан страны.

Необходимую помощь Фонд «Халык» оказывает и тем, кто особенно остро в ней нуждается. В рамках социальной защиты населения активно проводится работа по поддержке детей, оставшихся без родителей, детей и взрослых из социально уязвимых слоев населения, людей с ограниченными возможностями, а также обеспечению нуждающихся социальным жильем, строительству социально важных объектов, таких как детские сады, детские площадки и физкультурно-оздоровительные комплексы.

В копилку добрых дел Фонда «Халык» можно добавить оказание помощи детскому спорту, куда относится поддержка в развитии детского футбола и карате в нашей стране. Жизненно важную помощь Благотворительный фонд «Халык» оказал нашим соотечественникам во время недавней пандемии COVID-19. Тогда, в разгар тяжелой борьбы с коронавирусной инфекцией Фонд выделил свыше 11 миллиардов тенге на приобретение необходимого медицинского оборудования и дорогостоящих медицинских препаратов, автомобилей скорой медицинской помощи и средств защиты, адресную материальную помощь социально уязвимым слоям населения и денежные выплаты медицинским работникам.

В 2023 году наряду с другими проектами, нацеленными на повышение благосостояния казахстанских граждан Фонд решил уделить особое внимание науке, поскольку она является частью общественной культуры, а уровень ее развития определяет уровень развития государства.

Поддержка Фондом выпуска журналов Национальной Академии наук Республики Казахстан, которые входят в международные фонды Scopus и Wos и в которых публикуются статьи отечественных ученых, докторантов и магистрантов, а также научных сотрудников высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов нашей страны является не менее значимым вкладом Фонда в развитие казахстанского общества.

**С уважением,
Благотворительный Фонд «Халык»!**

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович, доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК (Алматы, Казахстан), **Н=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), **Н=3**

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

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

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

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

КОВАЛЕВ Александр Михайлович, доктор физико-математических наук, академик НАН Украины, Институт прикладной математики и механики (Донецк, Украина), **Н=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), **Н=26**

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

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

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

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

КАЛАНДРА Пьетро, доктор философии (Ph.D, физика), профессор Института по изучению наноструктурированных материалов (Рим, Италия), **Н=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 1. Number 349 (2024). 317–326

<https://doi.org/10.32014/2024.2518-1726.258>

УДК 621.396.49

© M.A. Seksembayeva, 2024

Esil University, Astana, Kazakhstan.

E-mail: anuarkizi@gmail.com

MODELING OF A DIGITAL COMMUNICATION SYSTEM WITH NOISE-RESISTANT CODING OVER MULTIPATH CHANNELS WITH STATIC FADING

Manara A. Seksembayeva — Senior lecturer, Esil University, Astana, Kazakhstan

E-mail: anuarkizi@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0889-1058.

Abstract. In the study of measures to improve the efficiency of the communication channel was designed and presented an analysis of the performance of the digital communication system for the transmission of binary data in a multipath channel with static fading in the Matlab/Simulink environment, one of the main advantages is to provide a high-noise immunity system under the influence of noise and the interference noises and signal delays. The scheme was investigated for bit error rate (BER) over an additive white Gaussian noise channel and a multipath Rayleigh fading channel operating under conditions of inter-symbol interference and different parameters were investigated for a static channel where signal delay cases like for a wireless LAN system based on IEEE 802.11, defined by Rec ITU-R M.1225, were considered. This study uses a solution to suppress inter-symbol interference using cascading coding (convolutional turbo codes with the Bose—Chowdhury—Hockingham code), Fast Fourier Transform and Inverse Fast Fourier Transform, amplifier at the transmitter side. Modeling of a digital communication system for a wide-band fixed wireless LAN system (for Indoor office systems) has been performed. The modeling outcomes show that the applied method provides a good performance improvement in channels with inter-symbol interference with static fading.

Keywords: Turbo code, Bose — Chowdhury—Hawkingham code, fast Fourier transform, intersymbol interference, digital signal processing, fading channel

© М.А. Сексембаева, 2024
Esil University, Астана, Қазақстан.
E-mail: anuarkizi@gmail.com

СТАТИКАЛЫҚ ТЫНУЫ БАР КӨП ЖОЛАҚТЫ АРНАЛАР АРҚЫЛЫ ШУҒА ТӨЗІМДІ КОДТАУЫ БАР ЦИФРЛЫҚ БАЙЛАНЫС ЖҮЙЕСІН МОДЕЛЬДЕУ

Сексембаева Манара Ануаровна — аға оқытушы, Esil University, Астана, Қазақстан
E-mail: anuarkizi@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0889-1058.

Аннотация. Байланыс арнасының тиімділігін арттыру шараларын зерттеу кезінде MATLAB/Simulink ортасында статикалық қатып қалатын көп жолақты арнада екілік деректерді беру үшін цифрлық байланыс жүйесінің өнімділігін талдау әзірленді және ұсынылды, мұнда негізгі артықшылықтардың бірі Шу мен интерференциялық кедергілер мен сигнал кідірістерінің әсерінен жүйенің жоғары шуға төзімділігін қамтамасыз ету болып табылады. Схема аддитивті ақ Гаусс шу арнасы (AWGN) және, таңбааралық интерференция әсер ету жағдайында жұмыс істейтін, көп жолақты Релей сөну арнасы арқылы биттік қателік жиілігіне (BER) зерттелді, және жұмыста статикалық арнаның әртүрлі параметрлері зерттелді, мұнда IEEE 802.11 (Rec. ITU-R M.1225 арқылы анықталған) стандартына негізделген сымсыз жергілікті желі жүйесіне ұқсас сигналдың кешігу жағдайы қарастырылған. Жұмыста каскадты кодтау (Боуз — Чоудхури — Хоквингем коды бар үйірткілі турбо кодтары), жылдам Фурье түрлендіруі (FFT) және кері жылдам Фурье түрлендіруі (IFFT), таратқыш жақтағы күшейткіш қолдану арқылы тынуды басу шешімі қолданылады. Сымсыз жергілікті желінің кең жолақты қозғалыссыз жүйесі үшін цифрлық байланыс жүйесін модельдеу орындалды (Indoor office жүйелері үшін). Модельдеу нәтижелері қолданылған әдіс статикалық тыну арналарда жақсы өнімділікті қамтамасыз ететінін көрсетеді.

Түйін сөздер: Турбо код, Боуз — Чоудхури — Хоквингем коды, жылдам Фурье түрлендіруі, таңбааралық интерференция, сигналдарды сандық өңдеу, тынуы бар арна

© М.А. Сексембаева, 2024
Esil University, Астана, Қазақстан.
E-mail: anuarkizi@gmail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ С ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫМ КОДИРОВАНИЕМ ПО МНОГОЛУЧЕВЫМ КАНАЛАМ СО СТАТИЧЕСКИМ ЗАМИРАНИЕМ

Сексембаева Манара Ануаровна — старший преподаватель, Esil University, Астана, Қазақстан
E-mail: anuarkizi@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0889-1058.

Аннотация. При исследовании мер повышения эффективности работы канала связи был спроектирован и представлен анализ производительности системы цифровой связи для передачи двоичных данных в многолучевом канале со статическим замиранием в среде Matlab/Simulink, где одним из основных преимуществ является обеспечение высокой помехоустойчивости системы в условиях воздействия шумовых и интерференционных помех и задержек сигналов. Схема была исследована на частоту битовых ошибок (BER) по каналу аддитивного белого гауссовского шума (AWGN) и многолучевому каналу релейского замирания, работающих в условиях воздействия межсимвольной интерференции и исследовались разные параметры для статического канала, где рассматривался случаи задержки сигнала подобные для системы беспроводной локальной сети, основанная на стандарте IEEE 802.11 (определяемыми Rec. ITU-R M.1225). В работе используется решение для подавления замираний с помощью каскадного кодирования (сверточные турбо коды с кодом Боуза — Чоудхури — Хоквингема), быстрого преобразования Фурье (FFT) и Обратное быстрое преобразование Фурье (IFFT) усилителя со стороны передатчика. Выполнено моделирование системы цифровой связи для широкополосной фиксированной системы беспроводной локальной сети (для Indoor office систем). Результаты моделирования показывают, что примененный метод обеспечивает существенное повышение производительности в каналах со статическим замиранием.

Ключевые слова: турбо код, код Боуза — Чоудхури — Хоквингема, быстрое преобразование Фурье, межсимвольная интерференция, цифровая обработка сигналов, канал с замиранием

Введение

В открытом пространстве радиосигналы при передаче по ненадежным или зашумленным каналам связи подвержены искажению из-за многолучевых помех. В точке приема результирующий сигнал представляет собой сумму множества сигналов с различными амплитудами и фазами, что приводит к искажению сигнала.

При использовании широкополосного сигнала некоторые частоты складываются по фазе и приводят к увеличению сигнала, а другие, противоположно, противофазны, вызывая понижение сигнала на этой частоте. В связи с этим выделяют два вида многолучевой интерференции, при которой максимальная задержка между различными сигналами может быть меньше или больше длительности одного символа. Первый случай называется внутрисимвольной помехой, а второй - межсимвольной интерференцией (ISI) (Muttair и др., 2020). Использование FFT с быстрым преобразованием Фурье может хорошо реализовать технологию OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing – OFDM), которая применяется для эффективной работы с замираниями (Liang и др., 2020). Про исследования принципов помехоустойчивого кодирования в многолучевом канале

связи с межсимвольной интерференцией и про OFDM технологий можно ознакомиться в работах (Seksembayeva и др., 2021; Tashatov и др., 2022).

Чтобы обеспечить и поддерживать стабильную работу при многолучевом распространении, частотные эквалайзеры используются для компенсации потерь, однако с ростом скорости передачи данных или посредством усложнения схемы кодирования, эффективность их применения значительно снижается.

Для поддержки более высоких скоростей передачи, чем 11 или 22 Мбит/с, потребовалось бы применить принципиально иной метод кодирования данных – каскадное кодирование, которое включает в себя Турбо кодирование, код БЧХ и применение БПФ. В случае использования ССК кодов или пакетного сверточного кодирования схемы компенсации межсимвольной интерференции вышеуказанные алгоритмы представляют собой недостаточную защиту.

Канальное кодирование

Для предотвращения потери информации вследствие внутрисимвольной интерференции при пропадании отдельных символов или их фрагментов многие стандарты (например, IEEE 802.16) предусматривают эффективные средства канального кодирования. В работе канальное кодирование и БПФ используется для повышения помехоустойчивости и подавления МСИ. Кодирование данных на физическом уровне включает три стадии: рандомизацию, помехозащитное кодирование. Кодирование данных предполагает каскадный код с двумя стадиями: сверточные турбо-коды и кодер БЧХ. Указанный метод можно использовать при проектировании локальной беспроводной системы (Indoor-систем), также для проектирования приемопередатчика, которые работают с данными разных датчиков. Про применение совмещенных датчиков можно ознакомиться в работах: (Liang Wei и др., 2021; Tiantian Liu и др., 2021).

Турбо-код позволяет исправлять ошибки в последовательности данных на основе множества кодированных блоков. Основными преимуществами турбо-кода являются большая степень простоты по сравнению с другими методами кодирования, устойчивость к передаче над каналом с высоким уровнем шума, а также эффективное использование пропускной способности канала.

Турбо-код формируется из систематических кодов, известных как коды компонентов, которые могут быть как текущими, так и кодами Хемминга, Рида—Соломона, Боуза —Чоудхури—Хоквингема и другими. В результате турбо-коды могут быть разделены на текущие турбо-коды (TCC) и блочные коды произведения (TPC) (Abdulhamid Mohanand, Mbugua Thairu, 2019).

В этой работе был рассмотрен параллельный подход к использованию сверточных турбо-кодов, который использует рекурсивные систематические сверточные (RSC) коды для создания случайной версии сообщения. Параллельная структура включает в себя два или более кодов RSC, каждый с различным перемежителем. Этот принцип позволяет каждому кодеру предоставить некоррелированную или случайную версию информации,

что делает паритетные биты каждого RSC независимыми. Алгоритм работы кодеров можно увидеть в формулах (1)-(3). На рисунке 1 показана принципиальная схема турбокодера (Santhosh Kumar, Sujatha, 2020).

Первая последовательность, переданная первым кодером, представляет собой следующее выражение (1):

$$y(1) = (y_1^{(1)}, y_2^{(1)}, \dots, y_{k-1}^{(1)}) \quad (1)$$

Второй кодер генерирует последовательность четности в виде (2) выражения.

$$y(2) = (y_1^{(2)}, y_2^{(2)}, \dots, y_{k-1}^{(2)}) \quad (2)$$

Окончательное переданное кодовое слово задается в виде (3) выражения.

$$y = (y_1^{(1)}, y_1^{(2)}, y_2^{(1)}, y_2^{(2)}, \dots, y_{k-1}^{(1)}, y_{k-1}^{(2)}) \quad (3)$$

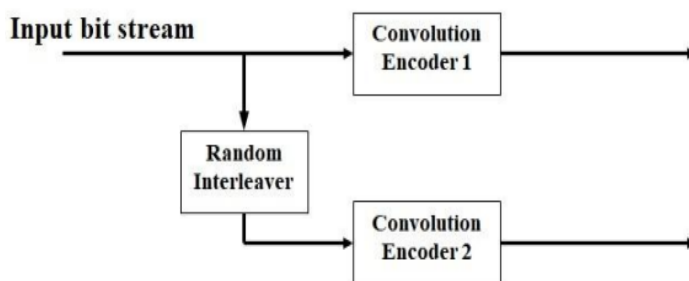


Рисунок 1 - Структура турбокодера.

На рисунке 2 показана структура турбодекодера. Декодеры 1 и 2 подключаются итеративно через перемежители и деинтерлейверы. Это соединение позволяет использовать преимущество вероятности того, что принятые биты второго декодера будут приняты первым декодером. Этот процесс повторяется до тех пор, пока BER не станет минимальным. Жесткое решение принимается на программном выходе декодера 2 в конце процесса декодирования.

Систематический поток битов из канала, подаваемый в качестве входных данных в декодер 1, задается с помощью (4) формулой.

$$y^{(s)} = \{y_1^{(1)}, y_2^{(1)}, \dots, y_{k-1}^{(1)}\} \quad (4)$$

Декодер 1 также принимает биты четности, заданные следующей (5) формулой

$$y^{(p)} = \{y_1^{(2)}, y_2^{(2)}, \dots, y_{k-1}^{(2)}\} \quad (5)$$

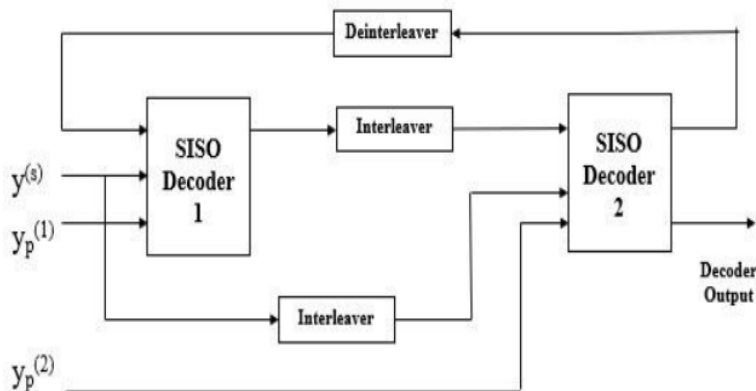


Рисунок 2 - Турбо декодер

Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема (БЧХ) представляют собой класс циклических кодов, которые имеют возможность исправлять множественные ошибки ($d_0 = 5$), но с учетом длины кодовой комбинации, что может привести к снижению скорости передачи данных и усложнению приемно-передающего оборудования (схем кодера и декодера).

Методика построения кодов БЧХ: выбор определяющего полинома $P(x)$ позволяет определить значение длины кодового слова N и число исправляемых ошибок S .

Блок BCH Encoder преобразует сообщение длиной K в кодовую комбинацию длиной N (число проколов). Если система кодирования обрабатывает несколько кодовых комбинаций, то для всех из них используется один и тот же прототип прокола.

Разработка имитационной модели канала для экспериментальной оценки эффективности канала

В работе была построена модель канала для применения к системе беспроводной локальной сети (для Indoor office систем), также для реализации методов борьбы с проблемами, разного рода, которые возникают при прохождении сигнала через канал связи (рис. 3). Для моделирования была использована среда Simulink. Было проведено исследование, проанализировано влияние задержек сигнала на поведение многолучевого канала. Результатом поставленной задачи была оценка вероятности возникновения ошибок и сравнение отправленного и полученного сигнала. Для проектирования в среде Matlab были изучены следующие источники: (Chienchun Cheng, 2016; Okeke. & Iroegbu, 2014; Viswanathan, 2020; Zarrinkoub, Houman, 2014).

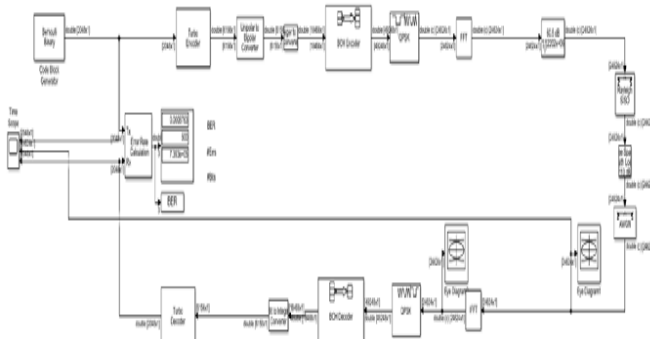


Рисунок 3 Приемно-передатчик фиксированной системы для данных на основе стандарта IEEE 802.11

Для формирования моделей каналов в среде Matlab/Simulink были использованы следующие функции: AWGN – для аддитивного канала Гаусса, Rayleigh channel– для канала Релея.

Для более глубокого исследования помехоустойчивости рассмотренной модели были изменены параметры канала (Таблица 2, 3, 4). В качестве параметров канала были выбраны системы Indoor office, соответствующая модели для локальной сети внутри офиса. Рассмотренный модель может применяться для фиксированных систем. В качестве параметра для блоков Bernulli Binay, Turbo encoder/decoder были взяты из примера в среде Matlab/Simulink: openExample('comm/TurboCodingSimulinkExample').

Таблица 2 - Параметры многолучевого канала Релея

	Indoor-система
Max Doppler shift (f)	1/1000
Doppler spectrum type	doppler('Flat')
Path delay vector (s)	[0, 50, 110, 170, 290, 310]*10 ⁻⁹
Average Path gain vector (dB)	[0, -3, -10, -18, -26, -32]
Fading distribution:	Rayleigh
Initial seed	73

Таблица 3 - Шумовые характеристики канала AWGN

Initial Read	67
Mode	Signal to Noise rate (Eb/No)
Eb/No(dB)	[0 4]
No. of bits/symbol	1
Input signal power	1
Symbol Period	1

Таблица 4 - Bit To Integer Converter блок на приемной стороне:

Параметр блока	Indoor-система
After bit packing, treat resulting integer values as:	Signed

Также для учета дополнительных потерь энергий при передаче сигнала использован блок *Free space path loss*, где параметр Loss (dB): 110. При учете этого параметра нужно использовать усилитель децибела – dB Gain Power (далее значение K), со значением 60.5 dB, где значение должно быть $0.55 * \text{Loss (dB)}$

Блок усилителя dB Gain умножает входные данные на значения децибел, указанные в параметре усиления [9]. Для входной матрицы u размером M на N с элементами u_{ij} параметром усиления может быть действительная матрица размером M на N с элементами g_{ij} , подлежащими поэлементному умножению на входные данные, или действительный скаляр:

$$y_{ij} = u_{ij} 10^{(g_{ij}/k)} \tag{5}$$

Значение k равно 10 для сигналов мощности (если Power в качестве параметра входного сигнала) и 20 для сигналов напряжения (если Amplitude в качестве параметра входного сигнала). В работе выбран Power в качестве параметра усиления.

Значение эквивалентного линейного усиления отображается в значке блока под значением усиления в дБ. Выходные данные имеют тот же размер, что и входные данные:

$$g_{ij}^{lin} = 10^{(g_{ij}/k)} \tag{6}$$

Фиксированная передача данных с замиранием и с усилителем 60.5дБ для Indoor-система показана в таблице 5 и на рисунке 4. Также на рисунке 5 показан сравнительный анализ переданного, искаженного и полученного сигнала с помощью блока Time Score при ОСШ = 4дБ (Indoor система с K=60.5 дБ)

Таблица 5 - Вероятность появления ошибочного бита при малых SNR

ОСШ (дБ)	BER
Indoor-система	
При K=60,5	
4	0
3	6.763e-4
2	2.762e-3
1	5.243e-3
0	9.625e-3

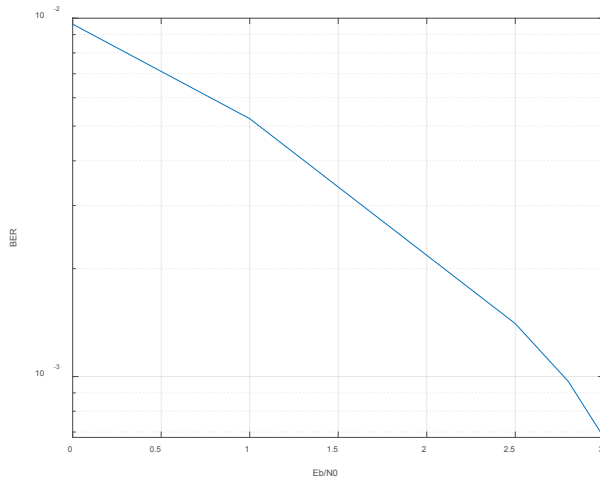


Рисунок 4 - Вероятности ошибок в канале Релея и Гаусса при различных значениях коэффициента усилителя K для Indoor-системы

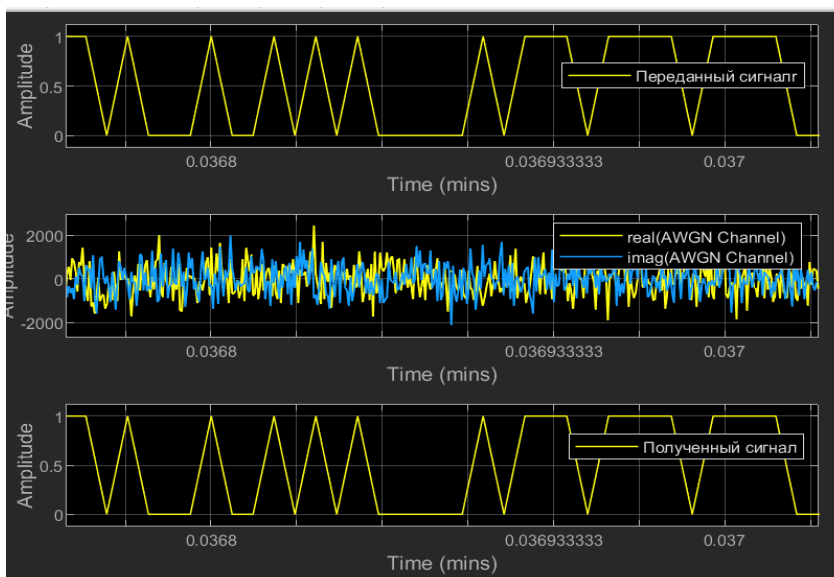


Рисунок 5 - Анализ переданного и полученного сигнала с помощью блока Time Score при SNR = 4 (Indoor система с K=60.5дБ)

Вывод

В данной работе представлена оценка производительности беспроводной системы для фиксированных систем с технологией SISO. Для улучшения производительности многолучевого канала с замираниями было использовано каскадное кодирование (сверточный турбо-код совместно с кодом БЧХ), быстрое преобразование фурье и усилителя. Проведена оценка предлагаемой системы для передачи двоичных данных в беспроводной сети для Indoor-

системы. Предлагаемая модель моделируется с помощью Simulink на базе MATLAB. Получен график производительности передачи данных с различными значениями dB Gain (Значения Gain изменяются соответственно для передатчика и приемника) в многолучевом канале с замиранием по отношению к BER и SNR. Значение BER достигает 0, когда SNR составляет 4 дБ для Indoor-системы, при значений усилителя 60.5 дБ.

Данные по исследованию можно использовать при проектировании локальной беспроводной системы (Indoor-систем), например для передачи данных из внутренних (indoor) дата-центров. Кроме того, разработанная модель может быть использована в качестве учебного пособия для изучения различных особенностей беспроводных локальных систем.

REFERENCES

- Abdulhamid Mohanand, Mbugua Thairu (2019). Performance analysis of turbo codes over awgn channel // Scientific Bulletin of the Electrical Engineering Faculty, — 2019. — №1 (40), — Pp. 43–48.
- Chienchun Cheng (2016). MIMO signal design, channel estimation, and symbol detection. Other. Université Paris Saclay (COMUE); National Chiao Tung University (Taiwan), ffnNT : — 2016SACLCO03ff. fftel-01306917f.
- Liang Wei, Yongcheng Li, Zhimei Cui, Baoshi Wang, Guanlang Huang, Zhiming Wang, Jie Wei (2021). Research and Demonstration of Intelligent Multi-Physical Quantity Integration Sensor for Transmission Lines // Journal of Physics: Conference — Series 2215 (2022). — 012021, — 2021. — doi:10.1088/1742-6596/2215/1/012021.
- Liang Y., Gao N., Liu T. (2020). Suppression method of inter-symbol interference in communication system based on mathematical chaos theory // Journal of King Saud University — Science. — 2020. — №32(2). — Pp. 174–1756. — doi: 10.1016/j.jksus.2020.01.012.
- Muttair K.S., Shareef O.A., Mosleh M.F. (2020). Outdoor to indoor wireless propagation simulation model for 5G band frequencies // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. — 2020. — doi:10.1088/1757-899X/745/1/012034
- Okeke C., Iroegbu C. (2014). Simulink Modelling of Reed-Solomon (Rs) Code for Error Detection and Correction // International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET). — 2014. — №4(2). — Pp. 65–69. — https://www.ijltet.org/journal_details.php?id=889&j_id=2210
- Santhosh Kumar & B.R. Sujatha (2020). Turbo codes for telemedicine applications //— Journal of Physics: Conference Series 1706. — 2020. — doi:10.1088/1742-6596/1706/1/012156
- Seksembayeva M.A., Tashatov N.N., Ovechkin G., Satybaldina D.Z., Seitkulov Y.N. (2021). Study of the principles of error correcting code in a multipath communication channel with intersymbol interference // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. — 2021. — №99 (18). — Pp. 4387–4398.
- Tashatov N. N., Seksembayeva M. A., Ovechkin G., Satybaldina D. Z., Seitkulov Y. N. (2022). Interference immunity and energy efficiency of digital communications systems in multipath channel with fading // Indonesian J Elec Eng & Comp Sci. — 2022. — №27(3). — Pp. 1412–1418.
- Tiantian Liu, Ming Gao, Feng Lin, Chao Wang, Zhongjie Ba, Jinsong Han, Wenyao Xu, Kui Ren (2021). Wavoice: A Noise-resistant Multi-modal Speech Recognition System Fusing Wave and Audio Signals // SenSys '21: Proceedings of the 19th ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems. — 2021. — Pp. 97–110. — <https://doi.org/10.1145/3485730.3485945>
- Viswanathan M. (2020). Wireless Communication Systems in Matlab: Second Edition. — ISBN-13 979-8648523210
- Zarrinkoub, Houman (2014). Understanding LTE with MATLAB : from mathematical foundation to simulation, performance evaluation and implementation. — ISBN 978-1-118-44341-5

МАЗМҰНЫ

К.С. Алдажаров, С.К. Батырхан АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТИҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ МОДЕЛІН ТАЛДАУ.....	7
Ж.С. Алимова, Н.Н. Дюсенгазина, А.Т. Абеннова, Г.С. Балгабаева, Л.З. Исабекова ДЕРЕКТЕРДЕГІ АЙҚЫН ЕМЕС БАЙЛАНЫСТАРДЫ АНЫҚТАУДА В. ЛЕОНТЬЕВТИҢ ЕНГІЗУ-ШЫҒАРУ МОДЕЛІН ҚОЛДАНУ.....	21
А.Х. Абишева, Б.Б. Ибраева, Н.Т. Телибаева, Д. Муса, К.Г. Балгинбаева ГЕОИНФОРМАТИКА: ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР СИНТЕЗІ.....	32
А.С. Баегизова, А.Х. Касымова, А.М. Бисенгалиева, Б.О. Мухаметжанова, М.Ж. Базарова МӘТІНДІК СИПАТТАМАЛАРҒА НЕГІЗДЕЛГЕН ГЕНЕРАТИВТИ ҚАРСЫЛАС ЖЕЛШЕРДІ ПАЙДАЛАНЫП КЕСКІНДЕРДІ ЖАСАУ.....	43
А.Г. Батырханов, С.Р. Шармуханбет ЛАТЫН ЖӘНЕ ҚАЗАҚ ЛАТЫН ӘЛІПБИІ.....	59
Д.Г. Габдуллаев, И. Жансері, А.Б. Айдарбекова, Ш.Ж. Мусиралиева ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІНІҢ НЕГІЗІНДЕ СУРЕТТЕРГЕ СТЕГОТАЛДАУ ЖАСАУ.....	75
А.Х. Давлетова, Е.Т. Асан, А.Х. Касымова, А.Б. Медешова БІЛІМ БЕРУДЕГІ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТІ ҚОЛДАНУДЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ МЕН КЕМШІЛІКТЕРІ.....	99
Б.А. Ерназарова, В.В. Стекольников, К.А. Айтбозова, С.Х. Сарамбетова, С.Д. Абжанов ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ЖӘНЕ ОНЫ БІЛІМ БЕРУДЕ ҚОЛДАНУ.....	110
Т. Жукабаева, Л. Жолшиева, А. Адамова, Е. Марденов, Н. Карабаев СЫМСЫЗ СЕНСОРЛЫҚ ЖЕЛШЕРГЕ ШАБУЫЛДАРДЫ АНЫҚТАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ: XGBOOST ЖӘНЕ SGD ТИІМДІЛІГІН ТАЛДАУ.....	121
А.М. Джумагалиева, А.Ә. Шекербек, М.Г. Байбулова, А.И. Онгарбаева, А.К. Токкулиева ЭЛЕКТРОНДЫҚ ДАУЫС БЕРУ ЖҮЙЕСІНЕ БЛОКЧЕЙН ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЕНГІЗУДІ ТАЛДАУ.....	136
А.А. Исмаилова, А.А. Нурпейсова, Ж.Т. Бельдеубаева, Г.О. Исакова, Н.Т. Исаева ОФТАЛЬМОЛОГИЯДА ТОР ҚАБЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫН ТАЛДАУ ҮШІН ТЕРЕҢ ОҚЫТУ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ.....	152
А.Е. Ибраимкулов, А.С. Еримбетова, Б. Сакенов МӘТІНДІ ҚАЗАҚ ТІЛІНЕН ЫМДАУ ТІЛІНЕ КОМПЬЮТЕРЛІК АУДАРУ ЖҮЙЕСІН ӘЗІРЛЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	166
Г.Н. Кажатова, Ж.Т. Бельдеубаева, А.А. Исмаилова, А.А. Нурпейсова, Г.О. Исакова КОРПОРАТИВТІК БІЛІМДІ БАСҚАРУДАҒЫ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР.....	177
М.Ж. Қалдарова, А.С. Аканова, А.Е. Назырова, А.С. Муканова, Г.К. Муратова MACHINE LEARNING КӨМЕГІМЕН ОРМАН ШАРУАШЫЛЫҒЫНЫҢ ШЕКАРАЛАРЫН АНЫҚТАУ.....	192

А.Е. Кулакаева, Б.Ж. Медетов, А.З. Айтмагамбетов, А.Т. Жетписбаева, Н. Албанбай	
ЖЕРСЕРІКТІК РАДИОБАҚЫЛАУ БАРЫСЫНДА КАЛМАН СҮЗГІШІ АРҚЫЛЫ СИГНАЛДЫ АНЫҚТАУ ӘДІСІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ.....	212
Ө.Ж. Мамырбаев, Д.О. Оралбекова, Ә.А. Айтқазина, С.М. Даулбаев, Н.Ө. Жұмажан	
АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ СЕКТОРЫНДАҒЫ ЖЫЛУ ЭНЕРГИЯСЫН ЕСЕПТЕУ АРҚЫЛЫ ТЕМПЕРАТУРА БАЛАНСЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫН ЗЕРТТЕУДІҢ ТЕРМОДИНАМИКАЛЫҚ МОДЕЛІ.....	225
Т.М. Мұратов, М.А. Кантурева, А.С. Омарбекова, А.Ж. Қарипжанова, Ж.Ж. Қайсанова	
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ АВИАЦИЯ САЛАСЫНДА ҚОЛДАНЫЛАТЫН ІТ ШЕШІМДЕРДІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІН ТАЛДАУ.....	248
Ш.Ж. Мусиралиева, Қ. Бағитова, К. Байсылбаева, М. Болатбек, Қ.Азанбай	
ОНЛАЙН ӘЛЕУМЕТТІК ЖЕЛІЛЕРІ БЕЙНЕЛЕРІН ӨҢДЕУ АРҚЫЛЫ САЯСИ ЭКСТРЕМИЗМДІ АНЫҚТАУ МОДЕЛІ.....	260
Г.С. Омарова, А.Н. Жәкіш, Ю.К. Жүсіпбек, А.А. Мырзамуратова, А.Б. Бексейтова	
ДЕРЕКТЕР ҚӨЛЕМІН ҰЛҒАЙТУ ҮШІН ГЕНЕРАТИВТІ ҚАРСЫЛАС ЖЕЛІЛЕРДІ (GANS) ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ДЕРЕКТЕРДІ ГЕНЕРАЦИЯЛАУ.....	283
С.К. Серикбаева, Г.А. Шангытбаева, А.Г. Батырханов, З.Д. Айдаралиева, К.А. Ибрагимова	
ҒЫЛЫМИ-БІЛІМ БЕРУ ҚЫЗМЕТІ САЛАСЫНДАҒЫ ҚҰЖАТТАРҒА ҚОЛ ЖЕТКІЗУДІҢ ТҰЖЫРЫМДАМАСЫ МЕН ӘДІСТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУ.....	297
М.А. Сексембаева	
СТАТИКАЛЫҚ ТЫНУЫ БАР КӨП ЖОЛАҚТЫ АРНАЛАР АРҚЫЛЫ ШУҒА ТӨЗІМДІ КОДТАУЫ БАР ЦИФРЛЫҚ БАЙЛАНЫС ЖҮЙЕСІН МОДЕЛЬДЕУ.....	317
А.Ж. Танирбергенов, Н.Ә. Жұматай, В.Е. Махатова, А.Т. Абдыхалық, Г.А. Шангытбаева	
ЖОБАЛАРДЫ БАСҚАРУДАҒЫ КОММУНИКАЦИЯНЫҢ РӨЛІ: «ҰАТ» АҚ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ СТРАТЕГИЯЛАРЫ.....	327
Б. Тасуов, Б.О. Шинибеков	
ОРТА МЕКТЕПТЕ КОМПЬЮТЕРЛІК ГРАФИКАНЫ ОҚЫТУДА ШЫҒАРМАШЫЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰЗЫРЕТТІЛІКТЕРДІ ДАМЫТУ.....	341
А.С. Тынықұлова, А.А. Мұханова, М.К. Тынықұлов, Р.С. Қуанышева, М.М. Иманғалиев	
СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ОБЛЫСЫ АЙЫРТАУ АУДАНЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА ЖЕР РЕСУРСТАРЫН ОҢТАЙЛЫ ПАЙДАЛАНУ ҮШІН АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕНІ ҚҰРУ АЛГОРИТМІ.....	356
Ж.С. Такенова, А.А. Ташев	
БІЛІМ БЕРУ ҰЙЫМДАРЫНДАҒЫ БАСҚАРУ МІНДЕТТЕРІН ШЕШУДІҢ ЖАҢА ТӘСІЛДЕРІ.....	368

СОДЕРЖАНИЕ

К.С. Алдажаров, С.К. Батырхан АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ МОДЕЛИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	7
Ж.С. Алимова[†], Н.Н. Дюсенгазина, А.Т. Абенова, Г.С. Балгабаева, Л.З. Исабекова ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ВВОДА-ВЫВОДА В. ЛЕОНТЬЕВА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ НЕЯВНЫХ СВЯЗЕЙ В ДАННЫХ.....	21
А.Х. Абишева, Б.Б. Ибраева, Н.Т. Телибаева, Д. Муса, К.Г. Балгинбаева ГЕОИНФОРМАТИКА: СИНТЕЗ ГЕОГРАФИИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	32
А.С. Баегизова, А.Х. Касымова, А.М. Бисенгалиева, Б.О. Мухаметжанова, М.Ж. Базарова ГЕНЕРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕРАТИВНО- СОСЯЗАТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ НА ОСНОВЕ ТЕКСТОВЫХ ОПИСАНИЙ.....	43
А.Г. Батырханов, С.Р. Шармуханбет О ЛАТЫНИ И КАЗАХСКОЙ ЛАТИНИЦЕ.....	59
Д.Г. Габдуллаев, И. Жансери, А.Б. Айдарбекова, Ш.Ж. Мусиралиева СТЕГОАНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....	75
А.Х. Давлетова, Е.Т. Асан, А.Х. Касымова, А.Б. Медешова ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ.....	99
Б.А. Ерназарова, В.В. Стекольников, К.А. Айтбозова, С.Х. Сарамбетова, С.Д. Абжанов ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ.....	110
Т. Жукабаева, Л. Жолшиева, А. Адамова, Е. Марденов, Н. Карабаев ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАК В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ: АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ XGBOOST И SGD.....	121
А.М. Джумагалиева, А.А. Шекербек, М.Г. Байбулова, А.И. Онгарбаева, А.К. Токкулиева АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В СИСТЕМУ ЭЛЕКТРОННОГО ГОЛОСОВАНИЯ.....	136
А.А. Исмаилова, А.А. Нурпейсова, Ж.Т. Бельдеубаева, Г.О. Исакова, Н.Т. Исаева ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА СТРУКТУР СЕТЧАТКИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ.....	152
А.Е. Ибраимкулов, А.С. Еримбетова, Б. Сакенов ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ПЕРЕВОДА ТЕКСТА С КАЗАХСКОГО ЯЗЫКА НА ЖЕСТОВЫЙ ЯЗЫК.....	166
Г.Н. Кажатова, Ж.Т. Бельдеубаева, А.А. Исмаилова, А.А. Нурпейсова, Г.О. Исакова ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ КОРПОРАТИВНЫМИ ЗНАНИЯМИ.....	177
М.Ж. Калдарова, А.С. Аканова, А.Е. Назырова, А.С. Муканова, Г.К. Муратова ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА С ПОМОЩЬЮ MACHINE LEARNING.....	192

А.Е. Кулакаева, Б.Ж. Медетов, А.З. Айтмагамбетов, А.Т. Жетписбаева, Н. Албанбай ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ПРИ СПУТНИКОВОМ РАДИОМНИТОРИНГЕ.....	212
О.Ж. Мамырбаев, Д.О. Оралбекова, А.А. Айтказина, С.М. Даулбаев, Н.О. Жумажан ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ТЕМПЕРАТУРНОГО БАЛАНСА ПУТЕМ РАСЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ СЕКТОРЕ.....	225
Т.М. Муратов, М.А. Кантурева, А.С. Омарбекова, А.Ж. Карипжанова, Ж.Ж. Кайсанова АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ИТ РЕШЕНИЙ В АВИАЦИОННОЙ СФЕРЕ КАЗАХСТАНА.....	248
Ш.Ж. Мусиралиева, К. Багитова, К. Байсылбаева, М. Болатбек, К. Азанбай МОДЕЛЬ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОНЛАЙН СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОЛИТИЧЕСКОГО ЭКСТРЕМИЗМА.....	260
Г.С. Омарова, А.Н. Жакиш, Б.К. Жусипбек, А.А. Мырзамуратова, А.Б. Бексейтова ГЕНЕРАЦИЯ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕРАТИВНО-СОСЪЯЗАТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ (ГАНС) ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДАННЫХ.....	283
С.К. Серикбаева, Г.А. Шангытбаева, А.Г. Батырханов, З.Д. Айдаралиева, К.А. Ибрагимова ФОРМИРОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ И МЕТОДОВ ДОСТУПА К ДОКУМЕНТАМ В СФЕРЕ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	297
М.А. Сексембаева МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЦИФРОВОЙ СВЯЗИ С ПОМЕХОУСТОЙЧИВЫМ КОДИРОВАНИЕМ ПО МНОГОЛУЧЕВЫМ КАНАЛАМ СО СТАТИЧЕСКИМ ЗАМИРАНИЕМ.....	317
А.Ж. Танирбергенов, Н.А. Жуматай, В.Е. Махатова, А.Т. Абдыхалык, Г.А. Шангытбаева РОЛЬ КОММУНИКАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ПРОЕКТАМИ: СТРАТЕГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ В АО «НИТ».....	327
Б. Тасуов, Б.О. Шиннибеков РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ В ОБУЧЕНИИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ.....	341
А.С. Тыныкулова, А.А. Муханова, М.К. Тыныкулов, Р.С. Куанышева, М.М. Имангалиев АЛГОРИТМ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРИМЕРЕ АЙЫРТАУСКОГО РАЙОНА СЕВЕРО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ.....	356
Ж.С. Такенова, А.А. Ташев НОВЫЕ ПОДХОДЫ В РЕШЕНИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ЗАДАЧ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ.....	368

CONTENTS

K.S. Aldazharov, S.K. Batyrkhan ANALYSIS OF THE MODERN MODEL OF INFORMATION SECURITY.....	7
Z. Alimova, N. Dyussengazina, A. Abenova, G. Balgabayeva, L. Issabekova APPLICATION OF THE I / O MODEL OF V. LEONTIEV IN IDENTIFYING IMPLICIT CONNECTIONS IN DATA.....	21
A.H. Abisheva, B.B. Ibraeva, N.T. Telibaeva, D. Musa, K.G. Balginbayeva GEOINFORMATICS: SYNTHESIS OF GEOGRAPHY AND INFORMATION TECHNOLOGIES.....	32
A.S. Baegizova, A.K. Kassymova, A.M. Bissengaliyeva, B.O. Mukhametzhanova, M.Zh. Bazarova GENERATING IMAGES USING GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS BASED ON TEXT DESCRIPTIONS.....	43
A. Batyrkhanov, S. Sharmukhanbet ABOUT LATIN AND KAZAKH LATIN.....	59
D. Gabdullaev, I. Zhanseri, A. Aidarbekova, Sh. Mussiraliyeva IMAGE STEGO ANALYSIS BASED ON DEEP LEARNING METHODS.....	75
A.Kh. Davletova, Y.T. Assan, A.K. Kassymova, A.B. Medeshova ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION.....	99
B.A. Yernazarova, V.V. Stekolchshikov, K.A. Aitbozova, S.KH. Sarambetova, S.D. Abzhanov ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ITS APPLICATION IN EDUCATION.....	110
T. Zhukabayeva, L. Zholshiyeva, A. Adamova, Y. Mardenov, N. Karabayev APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS FOR ATTACK DETECTION IN WIRELESS SENSOR NETWORKS: PERFORMANCE ANALYSIS OF XGBOOST AND SGD.....	121
A.M. Jumagaliyeva, A.A. Shekerbek, M.G. Baibulova, A.I. Ongarbayeva, A. Tokkuliyeva ANALYSIS OF IMPLEMENTATION BLOCKCHAIN TECHNOLOGY TO ELECTRONIC VOTING SYSTEM.....	136
A.A. Ismailova, A.A. Nurpeisova, Zh.T. Beldeubayeva, G.O. Issakova, I. Issayeva APPLICATION OF DEEP LEARNING METHODS FOR ANALYSIS OF RETINAL STRUCTURES IN OPHTHALMOLOGY.....	152
A.Ye. Ibraimkulov, A.S. Yerimbetova, B. Sakenov PROBLEMS OF DEVELOPING A SYSTEM FOR COMPUTER TRANSLATION OF TEXT FROM KAZAKH INTO SIGN LANGUAGE.....	166
G. Kazhatova, Zh. Beldeubayeva, A. Ismailova , A. Nurpeisova, G. Issakova INFORMATION TECHNOLOGY IN CORPORATE KNOWLEDGE MANAGEMENT.....	177
M.Zh. Kaldarova, A.S. Akanova, A.E. Nazyrova, A.S. Mukanova, G.K. Muratova DETERMINING FORESTRY BOUNDARIES USING MACHINE LEARNING.....	192
A.E. Kulakayeva, B.Zh. Medetov, A.Z. Aitmagambetov, A.T. Zhetpisbayeva, N. Albanbay DETERMINATION OF THE STABILITY OF THE SIGNAL DETECTION METHOD USING THE KALMAN FILTER IN SATELLITE RADIO MONITORING.....	212

O.Zh. Mamyrbayev, D.O. Oralbekova, A.A. Aitkazina, S.M. Daulbayev, N.O. Zhumazhan	
THERMODYNAMIC MODEL FOR STUDYING THE DYNAMICS OF TEMPERATURE BALANCE BY CALCULATING THERMAL ENERGY IN THE AGRICULTURAL SECTOR.....	225
T. Muratov, M. Kantureeva, A. Omarbekova, A. Karipzhanova, Zh. Kaisanova	
ANALYSIS OF FEATURES IT SOLUTIONS IN THE AVIATION SECTOR OF KAZAKHSTAN.....	248
Sh. Mussiraliyeva, K. Bagitova, K. Baisylbaeva, M. Bolatbek, K. Azanbai	
MODEL FOR PROCESSING IMAGES OF ONLINE SOCIAL NETWORKS USED TO RECOGNIZE POLITICAL EXTREMISM.....	260
G.S. Omarova, A.N. Zhakish, B.K. Zhussipbek, A.A. Myrzamuratova, A.B. Bekseitova	
DATA GENERATION USING GENERATIVE-ADVERSARIAL NETWORKS (GANS) TO INCREASE THE DATA.....	283
S. Serikbayeva, G. Shangytbodyeva, A. Batyrkhanov, Z. Aidaraliyeva, K. Ibragimova	
FORMATION OF THE CONCEPT AND METHODS FOR ACCESSING DOCUMENTS IN THE FIELD OF SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL ACTIVITIES.....	297
M.A. Seksembayeva	
MODELING OF A DIGITAL COMMUNICATION SYSTEM WITH NOISE-RESISTANT CODING OVER MULTIPATH CHANNELS WITH STATIC FADING.....	317
A. Tanirbergenov, N. Zhumatayn, V. Makhatova, A. Abdykhalyk, G. Shangytbodyeva	
THE ROLE OF COMMUNICATION IN PROJECT MANAGEMENT: STRATEGIES FOR IMPROVING EFFICIENCY IN JSC «NIT».....	327
B. Tassuov, B. Shinibekov	
DEVELOPMENT OF CREATIVE AND TECHNICAL COMPETENCIES IN TEACHING COMPUTER GRAPHICS IN SECONDARY SCHOOL.....	341
A.S. Tynykulova, A.A. Mukhanova, M.K. Tynykulov, R.S. Kuanysheva, M.M. Imangaliyev	
ALGORITHM FOR CREATION OF AN INFORMATION SYSTEM FOR OPTIMAL USE OF LAND RESOURCES ON THE EXAMPLE OF AYYRTAU DISTRICT OF NORTH KAZAKHSTAN REGION.....	356
Zh. Takenova, A. Tashev	
NEW APPROACHES IN SOLVING PROBLEMS OF MANAGEMENT IN EDUCATIONAL ORGANIZATIONS.....	368

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)

Подписано в печать 28.03.2024.

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

21,0 п.л. Тираж 300. Заказ 1.