

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/>

© **A.E. Kulakayeva^{1*}, B.Zh. Medetov², A.Z. Aitmagambetov¹,
A.T. Zhetpisbayeva², N. Albanbay³, 2024**

¹JSC «International Information Technologies University», Almaty, Kazakhstan;

²Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, Astana, Kazakhstan;

³Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev,
Almaty, Kazakhstan.

E-mail: aigul_k.pochta@mail.ru

DETERMINATION OF THE STABILITY OF THE SIGNAL DETECTION METHOD USING THE KALMAN FILTER IN SATELLITE RADIO MONITORING

Kulakayeva Aigul — Associate Professor of the Radio Engineering, Electronics and Telecommunications department, International Information Technology University, PhD, Almaty, Kazakhstan, Manasa str., 34a, 050040

E-mail: aigul_k.pochta@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0143-085X>;

Medetov Bekbolat — Associate Professor of the Radio Engineering, Electronics and Telecommunications department, Kazakh Agrotechnical University named after S.Seifullin, PhD, Astana, Kazakhstan, Zhenis str., 62, 010000

E-mail: bm02@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5594-8435>;

Aitmagambetov Altay — Professor of the Radio Engineering, Electronics and Telecommunications department, International Information Technology University, candidate of technical sciences, Almaty, Kazakhstan, Manasa str., 34a, 050040

E-mail: altayzf@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7808-5273>;

Zhetpisbayeva Ainur — Associate Professor of the Radio Engineering, Electronics and Telecommunications department, Kazakh Agrotechnical University named after S.Seifullin, PhD, Astana, Kazakhstan, Zhenis str., 62, 010000

E-mail: aigulji@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4525-5299>;

Albanbay Nurta — Senior-lecturer of the Cybersecurity, information processing and storage, Satbayev University, PhD, Almaty, Kazakhstan, Satpaev str, 22a, 050013

E-mail: n.albanbay@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-3393-7380>.

Abstract. The existing radio monitoring systems are built on the basis of ground-based radio monitoring and measuring points. It is proved that the use of low-orbit small spacecraft as radio control points will increase the efficiency of radio monitoring systems. Such satellite radio monitoring systems make it possible to determine the parameters of signals and the location of radio-electronic means over a large area with a diverse terrain. When performing radio monitoring functions, one of the most important tasks is to detect and isolate a useful signal against the background of interference. It was found that it is effective to use Kalman filters for

such purposes, which allow detecting and isolating useful signals against interference with high accuracy. However, when solving such problems, problems arise related to the stability of the method to the choice of the initial state of the filter and the inevitable change in the frequency of the desired signal due to the presence of the Doppler effect. In this study, it was found that the similarity coefficient depends on the noise level, but it does not actually depend on the frequency change. The results of the work allow us to conclude that the signal detection method for satellite radio monitoring based on the use of the Kalman filter is resistant to possible changes in the frequency of the desired signal due to the Doppler effect.

Keywords: Kalman filter, signal detection, radio frequency spectrum, radio monitoring

Conflict of interest: *The authors declare that there is no conflict of interest.*

© А.Е. Кулакаева^{1*}, Б.Ж. Медетов², А.З. Айтмагамбетов¹,
А.Т. Жетписбаева², Н. Албанбай³, 2024

¹«Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті» АҚ,
Алматы, Қазақстан;

²С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Астана, Қазақстан;

³Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті,
Алматы, Қазақстан.

E-mail: aigul_k.pochta@mail.ru

ЖЕРСЕРІКТІК РАДИОБАҚЫЛАУ БАРЫСЫНДА КАЛМАН СҮЗГІШ АРҚЫЛЫ СИГНАЛДЫ АНЫҚТАУ ӘДІСІНІҢ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫН АНЫҚТАУ

Кулакаева Айгуль Ергалиевна — Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар кафедрасының қауымдастырылған профессордың м.а., PhD, Алматы, Қазақстан, Манаса к., 34а, 050040

E-mail: aigul_k.pochta@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-0143-085X>;

Медетов Бекболат Жаксылыкович — С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар кафедрасының қауымдастырылған профессордың м.а., PhD, Астана, Қазақстан, Жеңіс к., 62, 010000

E-mail: bm02@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5594-8435>;

Айтмагамбетов Алтай Зуфарович — Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар кафедрасының профессоры, техника ғылымдарының кандидаты, Алматы, Қазақстан, Манаса к., 34а, 050040

E-mail: altayzf@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-7808-5273>;

Жетписбаева Айнура Турсынкановна — С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Радиотехника, электроника және телекоммуникациялар кафедрасының қауымдастырылған профессоры, PhD, Астана, Қазақстан, Жеңіс к., 62, 010000

E-mail: aigulji@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-4525-5299>;

Албанбай Нуртай — Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университетінің Киберқауіпсіздік, ақпараттарды өңдеу және сақтау кафедрасының аға оқытушысы, PhD, Алматы, Қазақстан, Сәтбаев к., 22а, 050013

E-mail: n.albanbay@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-3393-7380>.

Аннотация. Қолданыстағы радиобақылау жүйелері жерүсті радиобақылау және өлшеу пункттері негізінде құрылған. Дегенмен төмен орбиталы шағын ғарыш аппараттарын радиобақылау пункттері ретінде қолдану радиобақылау жүйелерінің тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретіні дәлелденді. Мұндай жерсеріктік радиобақылау жүйелері сигналдардың параметрлерін және әртүрлі жер бедері үшін үлкен аумақта радиоэлектрондық құралдардың орналасуын анықтауға мүмкіндік береді. Радиобақылау функцияларын орындау кезінде ең маңызды міндеттердің бірі, таралу кезінде кедергілерге ұшыраған пайдалы сигналды анықтау және бөлу болып табылады. Мұндай мақсаттар үшін Калман сүзгішін қолдану тиімді екендігі анықталды. Калман сүзгіші кедергілерге ұшыраған пайдалы сигналдарды жоғары дәлдікпен анықтауға және бөлуге мүмкіндік береді. Алайда, мұндай мәселелерді шешу барысында әдістің сүзгіштің бастапқы күйін таңдау төзімділігіне және Доплер эффектінің болуына байланысты қажетті сигнал жиілігінің сөзсіз өзгеруіне байланысты мәселелер туындайды. Осы зерттеу барысында ұқсастық коэффициенті шу деңгейіне байланысты екендігі анықталды, бірақ ол іс жүзінде жиіліктің өзгеруіне байланысты емес. Жұмыс нәтижелері Калман сүзгішін қолдануға негізделген жерсеріктік радиобақылау кезінде сигналдарды анықтау әдісі Доплер эффектінің әсерінен ізделетін сигнал жиілігінің ықтимал өзгерістеріне төзімді деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: Калман сүзгісі, сигналды анықтау, радиожілік спектрі, радиобақылау

Мүдделер қақтығысы: Авторлар осы мақалада мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

© А.Е. Кулакаева^{1*}, Б.Ж. Медетов², А.З. Айтмагамбетов¹,
А.Т. Жетписбаева², Н. Албанбай³, 2024

¹АО «Международный университет информационных технологий»,
Алматы, Казахстан;

²Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина,
Астана, Казахстан;

³Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан.
E-mail: aigul_k.pochta@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МЕТОДА ОБНАРУЖЕНИЯ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ФИЛЬТРА КАЛМАНА ПРИ СПУТНИКОВОМ РАДИОМНИТОРИНГЕ

Кулакаева Айгуль Ергалиевна — PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры Радиотехника, электроника и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий, ул. Манаса, 34а, 050040, Алматы, Казахстан
E-mail: aigul_k.pochta@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-0143-085X>;

Медетов Бекболат Жаксылыкович — PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры

Радиотехника, электроника и телекоммуникаций Казахского агротехнического университета имени С. Сейфуллина, ул. Жениса, 62, 010000, Астана, Казахстан

E-mail: bm02@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5594-8435>;

Айтмагамбетов Алтай Зуфарович — к.т.н., профессор кафедры Радиотехника, электроника и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий, ул. Манаса, 34а, 050040, Алматы, Казахстан,

E-mail: altayzf@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-7808-5273>;

Жетписбаева Айну́р Турсынкановна — PhD, ассоциированный профессор кафедры Радиотехника, электроника и телекоммуникации Казахского агротехнического университета имени С. Сейфуллина, ул. Жениса, 62, 010000, Астана, Казахстан,

E-mail: aigulji@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-4525-5299>;

Албанбай Нуртай — PhD, старший преподаватель кафедры Кибербезопасности, обработки и хранения информации, Казахского национально-исследовательского технического университета имени К. И. Сатпаева, ул. Сатбаева, 22а, 050013, Алматы, Казахстан,

E-mail: n.albanbay@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-3393-7380>.

Аннотация. Существующие системы радиомониторинга построены на базе наземных радиоконтрольных и измерительных пунктов. Доказано, что использование низкоорбитальных малых космических аппаратов в качестве радиоконтрольных пунктов позволит повысить эффективность систем радиомониторинга. Такие спутниковые системы радиомониторинга позволяют определять параметры сигналов и местоположение радиоэлектронных средств на большой территории с разнообразным рельефом местности. При выполнении функций радиомониторинга одной из важнейших задач является обнаружение и выделение полезного сигнала на фоне помех. Было установлено, что для таких целей эффективно использовать фильтры Калмана, которые позволяют с высокой точностью обнаруживать и выделять полезные сигналы на фоне помех. Однако при решении таких задач возникают проблемы, связанные с устойчивостью метода к выбору начального состояния фильтра и неизбежному изменению частоты искомого сигнала из-за наличия эффекта Доплера. В ходе данного исследования было установлено, что коэффициент сходства зависит от уровня шума, но от изменения частоты фактически не зависит. Результаты работы позволяют сделать вывод о том, что метод обнаружения сигналов при спутниковом радиомониторинге, основанный на применении фильтра Калмана является устойчивым к возможным изменениям частоты искомого сигнала из-за действия эффекта Доплера.

Ключевые слова: фильтр Калмана, обнаружение сигнала, радиочастотный спектр, радиомониторинг

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение

Проведенный анализ уровней сигналов на входе приемника системы радиомониторинга показал, что для большинства рассматриваемых наземных радиоэлектронных средств отношение SNR больше 10 дБ, что приемливо для осуществления радиомониторинга на базе низкоорбитального

малого космического аппарата (МКА) (Aitmagambetov, 2021). Однако для эффективной работы системы радиомониторинга на базе низкоорбитального МКА необходимо применять специальные методы обработки слабых сигналов, применение бортовых приемных устройств с повышенной чувствительностью и антенн с повышенным коэффициентом усиления. Кроме того, были предложены возможности разработки такой системы и ее будущая архитектура (Нао, 2021). Также есть предположение, что в будущем спутниково-наземная комплексная сеть радиомониторинга станет более эффективной системой для управления использованием радиочастотного спектра (РЧС) (Нао, 2021; 3; Sarda, 2018; Pelton, 2020). Поэтому низкоорбитальные МКА целесообразно использовать в целях повышения эффективности системы радиомониторинга использования РЧС в качестве станций радиоконтроля (Official website HawkEye; Dudás 2015; Ellis 2018). Однако для реализации систем радиомониторинга на базе малых космических аппаратов необходимо провести ряд исследований, связанных с оценкой и анализом сигналов, принимаемых бортовым приёмником. Для таких целей можно использовать фильтры Калмана или различные формы расширенного фильтра Калмана (Ellis 2020; Nguyen 2016). В работе (Ellis 2020) были учтены ошибки определения эфемерид и влияния дрейфа осциллятора. Однако в данных работах остались нерешенными вопросы, связанные с искажениями, вносимыми за счет эффекта Доплера. В работе (Kozhaya, 2023) предлагается доплеровский дискриминатор в частотной области и алгоритм доплеровского слежения на основе фильтра Калмана. Предложенный метод позиционирования в данной работе имеет большое значение для повышения производительности систем позиционирования на околоземной орбите.

Также было проведено моделирование ошибок орбитального эквивалента доплеровской ошибки измерения низкоорбитальных спутников с учетом точности вспомогательной информации об орбите. И согласно данному анализу модели, для ослабления эффекта предлагается двухэтапный улучшенный метод позиционирования, основанный на компенсации ошибок орбиты и измерений (Wang, 2023).

В работе (Jun, 2023) рассматривается метод определения местоположения мобильного источника с использованием измерений времени прибытия и доплеровского сдвига частоты. Однако в данных работах не рассмотрены задачи по обнаружению и распознаванию радиосигналов источников радиоизлучений при спутниковом радиомониторинге. При решении таких задач возникают проблемы, связанные с устойчивостью метода к выбору начального состояния фильтра и неизбежному изменению частоты искомого сигнала из-за наличия эффекта Доплера. Все это подтверждает целесообразность проведения исследования, посвященному вопросу на сколько сильно зависит или не зависит решение метода, основанного на фильтре Калмана, от амплитуды и начальной фазы искомого сигнала, а также

от изменения его частоты, возникающего на приемной стороне из-за движения МКА при спутниковом радиомониторинге.

Материалы и методы

В данной работе для решения задач исследования устойчивости метода обнаружения сигнала с помощью фильтра Калмана было использовано компьютерное моделирование с помощью библиотеки `filterpy` языка программирования Python.

Исследования, проведенные в работе, показали, что применение фильтра Калмана к реализации задачи обнаружения сигнала оказалось удачным решением. Однако в случае применения данного решения в целях радиомониторинга с помощью низкоорбитальных спутников возникает пара вопросов, связанных с устойчивостью метода к выбору начального состояния фильтра и неизбежному изменению частоты искомого сигнала из-за наличия эффекта Доплера. В связи с этим, в данной работе ставится цель выяснения вопроса, на сколько сильно зависит или не зависит решение метода, основанного на фильтре Калмана, от амплитуды и начальной фазы искомого сигнала, а также от изменения его частоты, возникающего на приемной стороне из-за движения измерительного спутника. В качестве основы данной исследовательской работы рассматривается метод, предложенный в работах (Кулакаева, 2022). Согласно данному методу, искомый синусоидальный сигнал должен быть результатом динамического процесса, описываемого уравнением:

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0 \quad (1)$$

где x – некоторая динамическая переменная, $\omega_0 = 2\pi f_0$, f_0 – частота искомого сигнала в Герцах.

Уравнение (1) – это дифференциальное уравнение второго порядка. Если понизить его порядок, то получим следующую систему дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\begin{cases} \dot{x} = v(t) \\ \dot{v} + \omega_0^2 x = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Далее систему уравнений (2) можно переписать в виде разностных уравнений:

$$\begin{cases} x_{k+1} = x_k + v_k * dt \\ v_{k+1} = v_k - \omega_0^2 x_k * dt \end{cases} \quad (3)$$

В таком случае на приемной стороне регистрируется сигнал z , определяемый как:

$$z_k = x_k + \eta_k \quad (4)$$

где η_k – суммарная погрешность, получаемая за счет действия шума и несовершенства измерительного оборудования.

При численном исследовании метода обнаружения сигнала с помощью фильтра Калмана искомый сигнал (x_k) получаем в результате решения системы уравнений (3). При решении системы уравнений (3) было задано $f_0 = 1000000$, а начальные условия задавались следующим образом: $x_0 = 1$, $v_0 = 0$. Регистрируемый сигнал (z_k) получаем с добавлением шума различной интенсивности к искомому сигналу. Таким образом, задача обнаружения нужного сигнала сводится к возможности выделения искомого сигнала из сильно зашумленного сигнала.

На первом этапе необходимо выявить как влияет на результат работы фильтра Калмана выбор различных начальных условий. Для этого на начальном этапе необходимо настроить фильтр Калмана. Исходя из уравнений (3) матрица процесса фильтра определяется следующим образом:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & dt \\ -\omega_0^2 \cdot dt & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

Начальное состояние фильтра задается в виде следующей матрицы:

$$x = [x_i \quad v_i] \quad (6)$$

где x_i и v_i меняются от -1 до 1 с шагом 0,1.

В результате применения фильтра Калмана к сигналу z_k получили отфильтрованный сигнал y_k . Тогда согласно работе [15] коэффициент сходства отфильтрованного сигнала с искомым сигналом определяется следующим образом:

$$S = 1 - std(y_k - x_k) \quad (7)$$

где $std(y_k - x_k)$ является стандартным отклонением двух сигналов (искомого и отфильтрованного сигналов).

Результаты и их обсуждения

Меняя начальное состояние фильтра согласно матрице (6), можно получить набор коэффициентов сходства, соответственно можно определить его зависимость от этих значений начального состояния. На рисунке 1 приведен трехмерный график зависимости коэффициента сходства от начальных состояний фильтра Калмана.

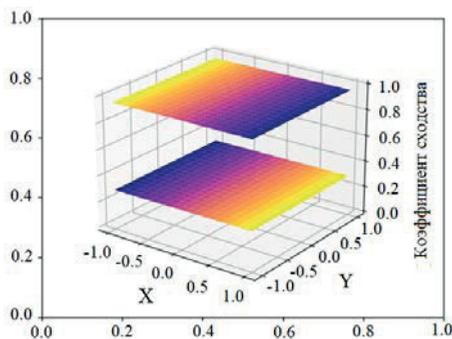


Рис. 1. Зависимость коэффициента сходства от начальных состояний фильтра Калмана

На рисунке 1 видны две почти параллельных друг другу плоскостей, нижняя из которых соответствует области значений коэффициента сходства при отсутствии искомого сигнала в принятом сигнале, а верхняя плоскость соответствует случаю, когда в принятом сигнале присутствует искомым сигнал. Из данного рисунка также видно, что плоскости все же имеют некоторый угол наклона. Также следует отметить, что данный угол наклона довольно маленький, соответственно с большой уверенностью можно утверждать, что коэффициент сходства, вычисляемый по формуле (7) фактически не зависит от выбора начального состояния фильтра.

Также на конечный результат сильное влияние оказывает уровень шума, имеющийся в принятом сигнале. Соответственно, для того чтобы быть полностью уверенным в том, что решение фильтра Калмана не зависит от выбора его начальных значений, необходимо провести соответствующие расчеты для разного уровня шума. На рисунке 2 приведены графики зависимости коэффициента сходства от начальных значений фильтра Калмана.

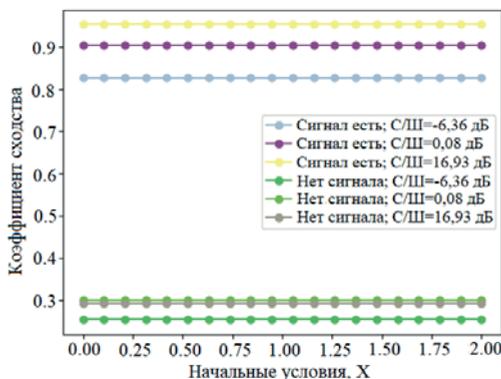


Рис. 2. Зависимость значений коэффициента сходства от начального состояния фильтра при различных уровнях шума

Как видно из рисунка 2, коэффициент сходства для обоих случаев (при наличии и отсутствии искомого сигнала в принятом сигнале) фактически не зависит от выбора начального состояния фильтра. Исходя из этих результатов, можно утверждать, что метод обнаружения искомого сигнала в зашумленном сигнале с помощью фильтра Калмана является устойчивым к выбору начальных условий фильтра. Кроме того, также одним из важных аспектов использования данного метода является скорость принятия решения методом. Известно, что фильтр Калмана основан на адаптивном алгоритме, поэтому для принятия решения о наличии или отсутствии искомого сигнала в зашумленном сигнале, требуется некоторое время, по истечении которых метод может принять правильное решение. Для оценки требуемого времени для принятия решения лучше всего использовать количество периодов искомого сигнала. Это даст возможность применения полученных результатов

для сигналов разной частоты. На рисунке 3 показаны графики зависимости скорости принятия решения методом в зависимости от выбора начального состояния фильтра Калмана.

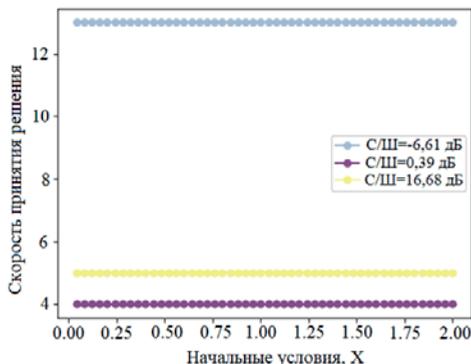


Рис.3. Зависимость скорости принятия решения от начального состояния фильтра при различных уровнях шума

Рисунок 3 показывает, что скорость принятия решения фактически не зависит от начального состояния фильтра. В данном случае она зависит только от уровня шума в принятом сигнале. Следовательно, можно утверждать, что чем сильнее уровень шума, тем дольше данный метод будет принимать решение.

Однако предполагается, что данный метод, основанный на использовании фильтра Калмана будет использоваться в системах спутникового радиомониторинга на базе низкоорбитального МКА. Поскольку спутник находится в постоянном движении с довольно большой скоростью, то реальная частота искомого сигнала будет немного отличаться от заданного значения из-за действия эффекта Доплера. В связи с этим, прежде чем применять данный метод на борту низкоорбитального МКА, необходимо провести оценку влияния изменения частоты искомого сигнала на правильность и скорость принимаемых решений.

Для оценки влияния изменения частоты искомого сигнала на приемной стороне из-за эффекта Доплера были проведены численные исследования. Для этой цели матрица процесса фильтра принимает те же значения, как в предыдущих расчетах. Таким образом, на стороне фильтра фиксируем частоту искомого сигнала, а изменения частоты сигнала будем задавать с помощью уравнения (3). Изменение частоты искомого сигнала на приемной стороне будем определять с помощью релятивистской формулы эффекта Доплера:

$$\omega = \omega_0 \frac{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}{1 - \frac{v}{c} \cos(\theta)} \quad (8)$$

где c – скорость света, v – скорость источника излучения относительно приемника, θ – угол между направлением на приемник и вектром скорости

в системе отсчета, связанной с приемником. Очевидно, что угол Θ в крайних случаях принимает значения 0 или π . Если предположить, что спутник движется с первой космической скоростью, которая равна $v = 7.91$ км/с. Скорость света приблизительно равна $c = 300\,000$ км/с. Тогда расчеты показывают, что если частота искомого сигнала $f_0 = 10\,000\,000$ Гц, то максимальное изменение частоты из-за эффекта Доплера оказывается равным $\Delta f = \pm 0.03$ Гц. Это довольно небольшое изменение.

Так, для оценки влияния эффекта Доплера необходимо с помощью системы уравнений (3) генерировать сигналы с разными частотами. В данной работе рассмотрено изменение частоты в пределах $f = f_0 \pm 0.03$. На рисунке 4 представлена картина зависимости коэффициента сходства от измененных частот искомого сигнала при различных уровнях шума.

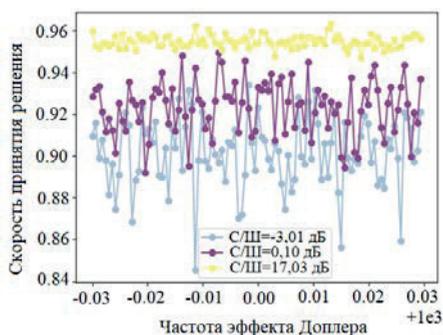


Рис. 4. Зависимость вычисленных коэффициентов сходства от изменения частоты искомого сигнала при различных уровнях шума

Из рисунка 4 видно, что коэффициент сходства заметным образом зависит от уровня шума, но от «изменений» частоты фактически не зависит. Также можно заметить то, что значения коэффициента сходства сильно флуктуируют. Также можно заметить, что уровень флуктуаций зависит от уровня шума.

Таким образом, установлено, что чем выше уровень шума, тем выше уровень флуктуаций. Тем не менее из рисунка 4 видно, что коэффициент сходства в пределах допустимых частотных изменений практически от них не зависит. Это говорит о том, что метод обнаружения сигналов, основанный на применении фильтра Калмана, оказывается устойчивым к возможным «изменениям» частоты искомого сигнала из-за действия эффекта Доплера.

Также, как в предыдущем случае, необходимо оценить влияние частотных изменений на скорость принятия решения. На рисунке 5 приведен график зависимости скорости принятия решения от «измененных» частот при различном уровне шума.

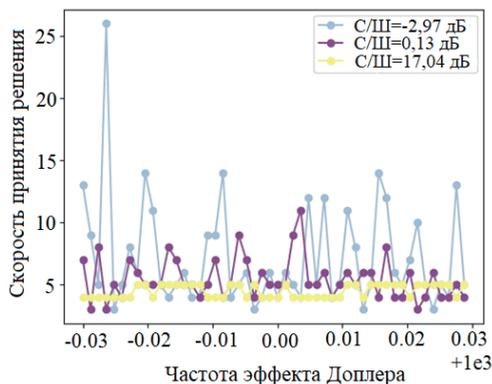


Рис.5. Зависимость скорости принятия решения от измененных частот искомого сигнала при различных уровнях шума

Как видно из рисунка 5, значения скорости принятия решения сильно флуктуируют. Таким образом можно утверждать, что чем выше уровень шума, тем выше оказывается уровень флуктуаций. Однако скорость принятия решения каким-либо образом не зависит от изменения частоты искомого сигнала.

Таким образом, можно утверждать о том, что изменения частот искомого сигнала из-за действия эффекта Доплера, не влияют на правильность и скорость принимаемых решений методом, основанного на применении фильтра Калмана.

Заключение

Из рисунков 2-5 видно, что метод обнаружения сигналов с помощью фильтра Калмана оказался устойчивым к изменению начальной фазы и небольшому изменению частоты искомого сигнала. Это объясняется тем, что фильтр Калмана эффективно устраняет шум и хорошо угадывает состояние динамической системы при наличии ее математической модели, например, как задано в виде формулы (2).

Однако, данный метод обнаружения сигналов нельзя применить, если не удастся описать математически процесс, порождающий искомый сигнал. Также надо учесть, что в формуле (2), описывающей динамику процесса, порождающего синусоидальный сигнал, частота сигнала возводится в квадрат. Это налагает сильное ограничение на максимально возможное значение частоты искомого сигнала.

Основные выводы исследования получены на основе компьютерного моделирования. Для дополнительного и практического подтверждения полученных результатов, необходимо провести реальные экспериментальные измерения на борту спутника. Это является дальнейшим развитием исследования вопроса о возможности использования метода обнаружения сигналов с помощью фильтра Калмана при проведении спутникового радиомониторинга.

Таким образом, можно утверждать, что данный метод является эффективным и надежным методом при обнаружении и распознавании радиосигналов источников радиоизлучений при спутниковом радиомониторинге.

ЛИТЕРАТУРА

Aitmagambetov A., Butuzov Y., Tikhvinskiy V., Kulakayeva A., Ongenbayeva Z. (2021). Energy budget and methods for determining coordinates for a radiomonitoring system based on a small satellite. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, — 21(2). — Pp. 945–956

Hao C., Wan X., Feng D., Feng Z. and Xia X.-G. (2021). Satellite-Based Radio Spectrum Monitoring: Architecture, Applications, and Challenges. — *IEEE Network*, — 35(4). — Pp. 20–27, — <https://doi.org/10.1109/MNET.011.2100015>

Sarda K., Roth N., Zee R., CaJacob D., Nathan G.O. (2018). Making the Invisible Visible: Precision RF-Emitter Geolocation from Space by the HawkEye 360 Pathfinder Mission. — *Proceedings of the 4S Symposium, Sorrento, Italy*, — 28 May. — 1 June 2018.

Pelton J.N. (2020). Radio-Frequency Geo-location and Small Satellite Constellations. — *Handbook of Small Satellites*, Springer. — Pp. 811–23. — Sept. 2020.

Official website HawkEye 360 is a Radio Frequency (RF) data analytics company (2023). URL: <https://www.he360.com/>

Dudás L., Szücs L. and Gschwindt A. (2015). The spectrum monitoring system by Smog-1 satellite. 2015 Conference on Microwave Techniques (COMITE), — Pardubice, Czech Republic. — Pp. 1–4, — <https://doi.org/10.1109/COMITE.2015.7120316>

Ellis P. and Dowla F. (2018). A Single Satellite Geolocation Solution of an RF Emitter Using a Constrained Unscented Kalman Filter. 2018 IEEE Statistical Signal Processing Workshop (SSP), — Freiburg im Breisgau, Germany. — Pp. 643–647, — <https://doi.org/10.1109/SSP.2018.8450834>

Ellis P., Rheedens D. V. and Dowla F. (2020). Use of Doppler and Doppler Rate for RF Geolocation Using a Single LEO Satellite. *IEEE Access*. — Vol. 8. — Pp. 12907–12920, — <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2965931>

Nguyen N.H. and Doğançay K. (2016). Algebraic solution for stationary emitter geolocation by a LEO satellite using Doppler frequency measurements. 2016 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), — Shanghai, China. — Pp. 3341–3345, — <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2016.7472296>

Ellis P. and Dowla F. (2020). Single Satellite Emitter Geolocation in the Presence of Oscillator and Ephemeris Errors. 2020 IEEE Aerospace Conference, Big Sky, MT. — USA. — Pp. 1–7, — <https://doi.org/10.1109/AERO47225.2020.9172600>

Kozhaya S.E. and Kassas Z.M. (2023). Positioning with Starlink LEO Satellites: A Blind Doppler Spectral Approach. 2023 IEEE 97th Vehicular Technology Conference (VTC2023-Spring). — Florence, Italy. — Pp. 1–5, — <https://doi.org/10.1109/VTC2023-Spring57618.2023.10199264>

Wang D., Qin H. and Huang Z. (2023). Doppler Positioning of LEO Satellites Based on Orbit Error Compensation and Weighting. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. — Vol. 72. — Pp. 1–11. — Art no. 5502911, — <https://doi.org/10.1109/TIM.2023.3286001>

Jun W. W., Cheung K. -M. and Lightsey E. G. (2023). Improved Surface Positioning with Measurement Differences in Joint Doppler and Ranging. 2023 IEEE Aerospace Conference, Big Sky, MT. — USA, 2023. — Pp. 1–9, — <https://doi.org/10.1109/AERO55745.2023.10115954>

Kulakayeva A., Aitmagambetov A., Daineko Y., Medetov B., Ongenbayeva Zh. (2022). Improvement of Signal Reception Reliability at Satellite Spectrum Monitoring System. *IEEE Access*. — Vol. 10. — Pp. 101399–101407, — <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3206953>

Кулакаева А.Е., Дайнеко Е.А., Айтмагамбетов А.З., Онгенбаева, Ж.Ж. (2022). Оценка сигнала с помощью фильтра калмана при спутниковом радиомониторинге. *Вестник Ауэс*, — 3(58). — стр. 50–59.

REFERENCES

- Aitmagambetov A., Butuzov Y., Tikhvinskiy V., Kulakayeva A., Ongenbayeva Z. (2021). Energy budget and methods for determining coordinates for a radiomonitoring system based on a small satellite. — *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, — 21(2). — Pp. 945–956
- Hao C., Wan X., Feng D., Feng Z. and Xia X.-G. (2021). Satellite-Based Radio Spectrum Monitoring: Architecture, Applications, and Challenges. — *IEEE Network*, — 35(4). — Pp. 20–27, — <https://doi.org/10.1109/MNET.011.2100015>
- Sarda K., Roth N., Zee R., CaJacob D., Nathan G.O. (2018). Making the Invisible Visible: Precision RF-Emitter Geolocation from Space by the HawkEye 360 Pathfinder Mission. Proceedings of the 4S Symposium, — Sorrento, Italy, — 28 May–1 June 2018.
- Pelton J.N. (2020). Radio-Frequency Geo-location and Small Satellite Constellations. — *Handbook of Small Satellites*, Springer. — Pp. 811–23. — Sept. 2020.
- Official website HawkEye 360 is a Radio Frequency (RF) data analytics company (2023). — URL: <https://www.he360.com/>
- Dudás L., Szűcs L. and Gschwindt A. (2015). The spectrum monitoring system by Smog-1 satellite. 2015 Conference on Microwave Techniques (COMITE). — Pardubice, Czech Republic. — Pp. 1–4, — <https://doi.org/10.1109/COMITE.2015.7120316>
- Ellis P. and Dowla F. (2018). A Single Satellite Geolocation Solution of an RF Emitter Using a Constrained Unscented Kalman Filter. 2018 IEEE Statistical Signal Processing Workshop (SSP). — Freiburg im Breisgau, Germany. — Pp. 643–647, — <https://doi.org/10.1109/SSP.2018.8450834>
- Ellis P., Rheaden D. V. and Dowla F. (2020). Use of Doppler and Doppler Rate for RF Geolocation Using a Single LEO Satellite. *IEEE Access*. — Vol. 8. — Pp. 12907–12920, — <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2965931>
- Nguyen N. H. and Doğançay K. (2016). Algebraic solution for stationary emitter geolocation by a LEO satellite using Doppler frequency measurements. 2016 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP). — Shanghai, China. — Pp. 3341–3345, — <https://doi.org/10.1109/ICASSP.2016.7472296>
- Ellis P. and Dowla F. (2020). Single Satellite Emitter Geolocation in the Presence of Oscillator and Ephemeris Errors. 2020 IEEE Aerospace Conference, Big Sky, MT. — USA. — Pp. 1–7, — <https://doi.org/10.1109/AERO47225.2020.9172600>
- Kozhaya S. E. and Kassas Z. M. (2023). Positioning with Starlink LEO Satellites: A Blind Doppler Spectral Approach. 2023 IEEE 97th Vehicular Technology Conference (VTC2023-Spring). — Florence, Italy. — Pp. 1–5, — <https://doi.org/10.1109/VTC2023-Spring57618.2023.10199264>
- Wang D., Qin H. and Huang Z. (2023). Doppler Positioning of LEO Satellites Based on Orbit Error Compensation and Weighting. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*. — Vol. 72. — Pp. 1–11. — Art no. 5502911, — <https://doi.org/10.1109/TIM.2023.3286001>
- Jun W. W., Cheung K. -M. and Lightsey E. G. (2023). Improved Surface Positioning with Measurement Differences in Joint Doppler and Ranging. 2023 IEEE Aerospace Conference, Big Sky, MT. — USA, 2023. — Pp. 1–9, — <https://doi.org/10.1109/AERO55745.2023.10115954>
- Kulakayeva A., Aitmagambetov A., Daineko Y., Medetov B., Ongenbayeva Zh. (2022). Improvement of Signal Reception Reliability at Satellite Spectrum Monitoring System. *IEEE Access*. — Vol. 10. — Pp. 101399–101407, — <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3206953>
- Kulakaeva A.E., Daineko Y.A., Aitmagambetov A.Z., Ongenbayeva Zh.Zh. (2022). Signal estimation using the Kalman filter for satellite radio monitoring. — *Aues Bulletin*, — 3(58). — Pp.50–59. (in Rus)

МАЗМҰНЫ

К.С. Алдажаров, С.К. Батырхан АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІКТИҢ ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ МОДЕЛІН ТАЛДАУ.....	7
Ж.С. Алимова, Н.Н. Дюсенгазина, А.Т. Абенова, 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 ДАМУЫ.....	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. Стекольщиков, 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.