

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

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫ

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный
университет имени аль-Фараби

N E W S

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF
KAZAKHSTAN
al-Farabi Kazakh National University

SERIES
PHYSICS AND INFORMATION TECHNOLOGY

2 (346)

APRIL – JUNE 2023

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 4 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

БАС РЕДАКТОР:

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

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

РЕДАКЦИЯ АЛҚАСЫ:

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

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

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

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

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

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

КАЛАНДРА Пьетро, Ph.D (физика), Наноқұрылымды 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/>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2023

Типографияның мекен-жайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Мұратбаев көш., 75.

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 Сатпаева (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 Глеккабул 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 Жабагаевич, 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/>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2023
Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

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-Ж**, 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/>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2023

Address of printing house: ST «Aruna», 75, Muratbayev str, Almaty.

© **A.E. Kulakayeva¹, Y.A. Daineko¹, A.Z. Aitmagambetov¹,
A.T. Zhetpisbaeva², B.A. Kozhakhmetova^{1*}, 2023**

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

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

E-mail: kozhahmetova.ba@gmail.com

ABOUT THE INFLUENCE OF THE ORBIT CHARACTERISTICS OF A SMALL SPACECRAFT ON THE PARAMETERS OF THE SATELLITE RADIO MONITORING SYSTEM

Kulakayeva Aigul — PhD, associate professor International Information Technology University. 050040. Almaty, Kazakhstan

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

Daineko Yevgeniya — PhD, associate professor. International Information Technology University. 050040. Almaty, Kazakhstan

E-mail: yevgeniyadaineko@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6581-2622>;

Aitmagambetov Altai — candidate of technical sciences, professor. International Information Technology University. 050040. Almaty, Kazakhstan

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

Zhetpisbayeva Ainur — PhD, associate professor. Kazakh Agrotechnical University named after S.Seifullin. 010000. Astana. Kazakhstan

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

Kozhakhmetova Bagdat — master, senior lecturer. International Information Technology University. 050040. Almaty, Kazakhstan

E-mail: kozhahmetova.ba@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9566-3629>.

Abstract. Within the framework of the existing ground-based radio monitoring facilities of the Republic of Kazakhstan, it is impossible to qualitatively perform the functions and tasks of radio monitoring. For countries with a large territory, such as the Republic of Kazakhstan, to increase the efficiency of the radio monitoring system for the use of the radio frequency spectrum, it is proposed to use low-orbit small spacecraft as radio monitoring stations. In this paper, an analysis of the energy budget of radio lines of various sources of radio emissions was performed, which showed the possibility of using low-orbit small spacecraft for satellite radio monitoring. The characteristics of the trajectory of a low-orbit small spacecraft were determined and the coverage (radio availability) of a satellite radio monitoring system based on one low-orbit small spacecraft was analyzed, and the area of radio

monitoring of the territory of the Republic of Kazakhstan was determined. The proposed system will allow for more effective control of radio-electronic means and increase the level of management of the use of the radio frequency spectrum in the Republic of Kazakhstan. Also in this work, such programs as «TRASSA-OMIR» and Satellite Tool Kit were used. With the help of these programs, the motion of a small spacecraft in orbit was simulated, and the most optimal measurement modes were determined.

Keywords: radio monitoring, low orbit, small spacecraft, radio electronic means, radio frequency spectrum, radio control, SNR

This work was financially supported by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (grant №AP08857146, 2020–2022).

© А.Е. Кулакаева¹, Е.А. Дайнеко¹, А.З. Айтмагамбетов¹,
А.Т. Жетписбаева², Б.А. Кожаметова^{1*}, 2023

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

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

E-mail: kozhahmetova.ba@gmail.com

ШАҒЫН ҒАРЫШ АППАРАТЫ ОРБИТАСЫНЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ СПУТНИКТИК РАДИО МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕСІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ӘСЕРІ ТУРАЛЫ

Кулакаева Айгүль — PhD, қауымдастырылған профессордың ж.а. Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті. 050040. Алматы, Қазақстан

E-mail: aigul_k.pochta@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0143-085X;

Дайнеко Евгения — PhD, қауымдастырылған профессор. Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті. 050040. Алматы, Қазақстан

E-mail: yevgeniyadaineko@gmail.com. ORCID: 0000-0001-6581-2622;

Айтмагамбетов Алтай — т.ғ.к., профессор. Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті. 050040. Алматы, Қазақстан

E-mail: altayzf@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7808-5273;

Жетписбаева Айнура — PhD, қауымдастырылған профессор. С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті. 010000. Астана, Қазақстан

E-mail: aigulji@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4525-5299;

Кожаметова Бағдат — сениор-лектор. Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті. 050040. Алматы, Қазақстан

E-mail: kozhahmetova.ba@gmail.com. ORCID: 0000-0002-9566-3629

Аннотация. Қазақстан Республикасының қолданыстағы жерүсті радиобақылау құралдары шеңберінде радиобақылаудың функциялары мен міндеттерін сапалы орындау мүмкін емес. Аумағы үлкен елдер үшін Қазақстан Республикасы ретінде радиожілік спектрін пайдаланудың радио мониторингі жүйесінің тиімділігін арттыру үшін радио бақылау станциялары

ретінде төмен орбиталық шағын ғарыш аппараттарды пайдалану ұсынылады. Бұл жұмыста әртүрлі радио сәулелену көздерінің радиолинияларының энергетикалық бюджетіне талдау жасалды, бұл спутниктік радио мониторингті жүзеге асыру үшін төмен орбиталық шағын ғарыш аппараттарын қолдану мүмкіндігін көрсетті. Төмен орбиталық шағын ғарыш аппаратының қозғалыс траекториясының сипаттамалары айқындалды және бір төмен орбиталық шағын ғарыш аппаратының базасында спутниктік радиомониторинг жүйесінің жабынына (радиоқолжетімділігіне) талдау жүргізілді, сондай-ақ Қазақстан Республикасы аумағының радиомониторинг саласы айқындалды. Ұсынылған жүйе радиоэлектрондық құралдарды неғұрлым тиімді бақылауға және Қазақстан Республикасында радиожілік спектрін пайдалануды басқару деңгейін арттыруға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, бұл жұмыста «ТРАССА-ӨМІР» және Satellite Tool Kit сияқты бағдарламалар қолданылды. Осы бағдарламалардың көмегімен орбитадағы шағын ғарыш аппараттарының қозғалысын модельдеу жүргізілді, сондай-ақ өлшеулерді жүргізудің ең оңтайлы режимдері анықталды.

Түйін сөздер: радио мониторинг, төмен орбита, шағын ғарыш аппараты, радиоэлектрондық құрал, радиожілік спектрі, радио бақылау, SNR

Бұл жұмысты Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржылай қолдады (грант №АР08857146, 2020–2022).

© А.Е. Кулакаева¹, Е.А. Дайнеко¹, А.З. Айтмагамбетов¹,
А.Т. Жетписбаева², Б.А. Кожаметова^{1*}, 2023

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

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

E-mail: kozhahmetova.ba@gmail.com

О ВЛИЯНИИ ХАРАКТЕРИСТИК ОРБИТЫ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОГО РАДИОМОНИТОРИНГА

Кулакаева Айгуль — PhD, и.о. ассоциированный профессор. Международный университет информационных технологий. 050040. Алматы, Казахстан

E-mail: aigul_k.pochta@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0143-085X;

Дайнеко Евгения — PhD, ассоциированный профессор. Международный университет информационных технологий. 050040. Алматы, Казахстан

E-mail: yevgeniyadaineko@gmail.com. ORCID: 0000-0001-6581-2622;

Айтмагамбетов Алтай — к.т.н., профессор. Международный университет информационных технологий. 050040. Алматы, Казахстан

E-mail: altayzf@mail.ru. ORCID: 0000-0002-7808-5273

Жетписбаева Айнур — PhD, ассоциированный профессор. Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина. 010000. Астана, Казахстан

E-mail: aigulji@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4525-5299;

Кожаметова Багдат — сениор-лектор. Международный университет информационных технологий. 050040. Алматы, Казахстан
E-mail: kozhahmetova.ba@gmail.com. ORCID: 0000-0002-9566-3629.

Аннотация. В рамках существующих наземных средств радиомониторинга Республики Казахстан невозможно качественно выполнять функции и задачи радиоконтроля. Для стран с большой территорией как Республика Казахстан для повышения эффективности системы радиомониторинга использования радиочастотного спектра предлагается использовать низкоорбитальные малые космические аппараты в качестве станций радиоконтроля. В данной работе был выполнен анализ энергетического бюджета радиолиний различных источников радиоизлучений, который показал возможность применения низкоорбитальных малых космических аппаратов для осуществления спутникового радиомониторинга. Определены характеристики траектории движения низкоорбитального малого космического аппарата и проведен анализ покрытия (радиодоступности) системы спутникового радиомониторинга на базе одного низкоорбитального малого космического аппарата, а также определена область радиомониторинга территории Республики Казахстан. Предлагаемая система радиомониторинга позволит более эффективно контролировать радиоэлектронные средства и повысить уровень управления использованием радиочастотным спектром в Республике Казахстан. Также в данной работе были применены такие программы как «ТРАССА-ОМИР» и Satellite Tool Kit. При помощи данных программ было произведено моделирование движения малого космического аппарата на орбите, а также были определены наиболее оптимальные режимы проведения измерений.

Ключевые слова: радиомониторинг, низкая орбита, малый космический аппарат, радиоэлектронное средство, радиочастотный спектр, радиоконтроль, SNR

Работа была выполнена при финансовой поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант №AP08857146, 2020–2022).

Благодарность. Работа выполнена при финансовой поддержке КН МОН РК по программе грантового финансирования научных исследований на 2020-2022 гг., грант №AP08857146.

Введение

Системы радиомониторинга играют ключевую роль в управлении с использованием радиочастотного спектра (РЧС). Однако выполнить все функции и задачи радиомониторинга на территории даже небольшой страны без применения современной системы радиоконтроля практически невозможно. Известно (Handbook on Spectrum Monitoring, Radiocommunication Bureau, 2011), что уровень развития телекоммуникационной отрасли и методы регулирования РЧС в разных странах отличаются. В настоящее время пока

не существует универсальной методики и системы для построения системы радиомониторинга. Каждая страна создает систему радиомониторинга исходя от уровня развития телекоммуникационной отрасли, а также из своих финансовых возможностей и из потребностей других ведомств, которые в той или иной степени связаны с использованием РЧС (Navarro и др., 2013; Souryal и др., 2015; Zhang и др., 2020; Chen и др., 2012; Konkin 2015; Dokuchaev и др., 2018).

При радиомониторинге особое место занимает определение местоположения источников радиоизлучения (ИРИ), что является сложной задачей. Для определения с максимальной точностью местоположения исследуемых ИРИ необходимо применение автоматизированного комплекса специального оборудования с заданными техническими характеристиками. В системах радиомониторинга для точного определения местоположения ИРИ необходимо применение эффективных методов и алгоритмов.

Для определения местоположения ИРИ используются такие методы, как: амплитудный, угломерный, дальномерный, разностно-дальномерный, разностно-частотный и другие методы. Однако на практике для увеличения достоверности при определении местоположения ИРИ часто используют комбинированные методы на основе двух или более вышеперечисленных методов. Такой подход позволяет устранить недостатки одного метода, дополнив свойствами другого (Skolnik 2008; Cetin и др., 2016; ITU Report-R SM.2211-1, 2014; Mark и др., 2006; Buehrer и др., 2019; Gel и др., 2008).

Для создания системы спутникового радиомониторинга на начальном этапе необходимо произвести оценку уровней сигналов на входе бортового измерительного приемника от различных наземных ИРИ. Такую оценку можно провести на основе методики расчета энергетического бюджета различных радиоканалов связи в соответствии с рекомендациями Международного Союза Электросвязи (МСЭ) (Aitmagambetov и др., 2021; Aitmagambetov и др., 2019).

Для этих целей были выбраны номинальные значения характеристик оборудования и сигналов реальных действующих наземных радиоэлектронных средств (РЭС), функционирующих на территории Республики Казахстан в диапазоне частот от 94 МГц до 14 ГГц (ОВЧ, УВЧ и СВЧ диапазонов).

Материалы и основные методы

Для расчета и анализа энергетического бюджета в качестве ИРИ для примера были выбраны: станции мобильной связи различных стандартов GSM-900 МГц, UMTS-1800 МГц, LTE-2100 МГц; станция наземного цифрового телевидения стандарта DVB-T2 (TV) (474 МГц) 21 телевизионный канал; наземное звуковое вещание (FM) 94 МГц; земные станций спутниковой связи в диапазонах X -7 ГГц и Ku-14 ГГц (Aitmagambetov и др., 2021; Aitmagambetov и др., 2019).

Анализ уровней сигналов на входе приемника системы радиомониторинга

показал, что для рассматриваемых наземных РЭС отношение сигнал/шум (SNR) больше 10 дБ, что приемливо для осуществления спутникового радиомониторинга на базе низкоорбитального малого космического аппарата (МКА). Поэтому такие системы возможно использовать в целях повышения эффективности системы радиомониторинга использования радиочастотного спектра в качестве станций радиоконтроля.

Для определения координат ИРИ предлагается использовать разработанный способ (Aitmagambetov и др., 2021), основанный на угломерном методе, с применением на борту МКА двух сканирующих антенн типа активная фазированная антенная решетка (АФАР) (рисунок 1), луч одной из которых сканирует в меридианальном направлении для определения пеленга на источников радиоизлучения в момент фиксации сигнала методом равносигнальной зоны (для определения широты источников радиоизлучения), а луч второй антенны сканирует в ортогональном направлении движению МКА для определения пеленга на источники радиоизлучения (для определения долготы источников радиоизлучения), а местоположение источников радиоизлучения определяются на основе анализа геометрических соотношений расстояний и углов между МКА, источников радиоизлучения и центром масс Земли, пеленгами на источники радиоизлучения с использованием итераций и решения уравнения 4-ой степени.

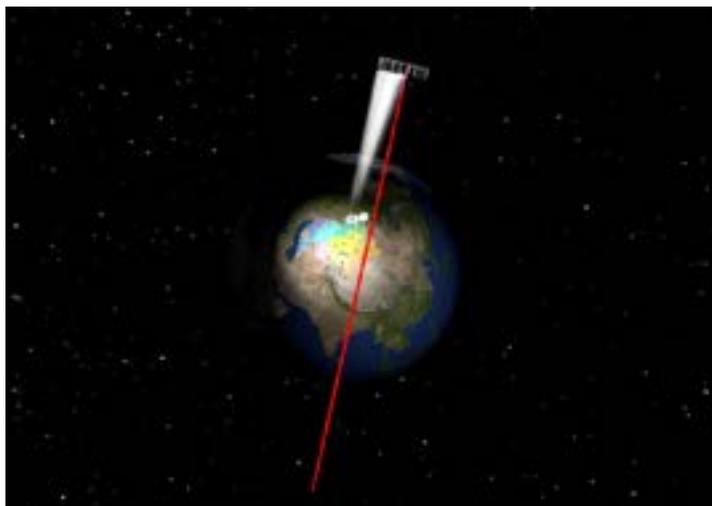


Рисунок 1. Определение местоположения источника радиоизлучения

Область радиомониторинга (ОРМ) территории Республики Казахстан находится в диапазоне значений северной широты от $\varphi = 40^\circ$ до $\varphi = 56^\circ$ (среднее значение ОРМ $\varphi = 48^\circ$), а также в диапазоне значений восточной долготы от $\nu = 45^\circ$ до $\nu = 87^\circ$. Как отмечалось ранее, на сегодняшний день

в рамках существующих наземных средств радиомониторинга невозможно качественно выполнить функции и задачи радиоконтроля, учитывая столь большую территорию нашей страны и трудоемкость проведения процедур радиоконтроля с помощью наземного радиоизмерительного оборудования в сложных климатических условиях и в условиях сложного рельефа местности. Для стран с большой территорией как Республика Казахстан для повышения эффективности системы радиомониторинга использования радиочастотного спектра целесообразно использовать низкоорбитальные малые космические аппараты в качестве станций радиоконтроля, так как такие системы охватывают значительные по площади территории и не зависят от рельефа местности, климатических условий (Aitmagambetov и др., 2020; Aitmagambetov и др., 2016).

Результаты

Для определения радиуса круговой орбиты МКА R_0 требуется вычислить радиус эллипсоида (линейное расстояние от центра масс Земли до поверхности), зависящий от широты:

$$Re(\varphi = 48^\circ) = a * b / [(b^2 + a^2 * tg^2 48^\circ)^{0.5} * cos 48^\circ] = 6366299 \text{ м.} \quad (1)$$

где $a = 6378136$ м – экваториальный радиус Земли; $b = 6356751$ м – полярный радиус Земли [18].

Далее определим ряд параметров орбиты МКА:

Радиус круговой орбиты МКА:

$$R_0 = Re(48^\circ) + h = 7016299 \text{ м.} \quad (2)$$

Линейную скорость движения МКА:

$$V = \sqrt{G * M / R_0} = 7542 \text{ м/с.} \quad (3)$$

где $M = 5,98 * 10^{24}$ кг масса Земли и гравитационная постоянная $G = 6,6743 * 10^{-11} \text{ м}^3 * \text{кг}^{-1} * \text{с}^{-2}$ [19].

Время одного витка МКА определяется как:

$$T = 2 * \pi * R_0 / V = 5842,264 \text{ с} = 97,37 \text{ мин} \quad (4)$$

Время нахождения МКА над территорией Республики Казахстан:

$$t = T * (56^\circ - 40^\circ) / 360^\circ = 4,33 \text{ мин} \quad (5)$$

Для наглядного примера на рисунке 2 приведена зона радиовидимости МКА.



Рисунок 2. Зона радиовидимости

Выполнение функций радиомониторинга на начальном этапе желательно начать с использованием одного низкоорбитального МКА, так как это является наиболее привлекательным с экономической точки зрения. При проектировании системы радиомониторинга на базе одного низкоорбитального МКА необходимо начинать с выбора параметров орбиты. Для этого предлагается рассмотреть круговую полярную орбиту (наклонение $i = 92^\circ$), и высоту орбиты МКА $h = 650$ км. МКА с подобными характеристиками используются в спутниковых системах ДЗЗ дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) (Aver'janov и др., 2021)

Зона покрытия одного спутника представляет собой круговую область (рисунок 3) на поверхности Земли, на которой виден спутник. При этом зона покрытия будет зависеть от высоты орбиты МКА. На рисунке 4 приведена траектория движения одного низкоорбитального МКА над территорией РК за сутки.

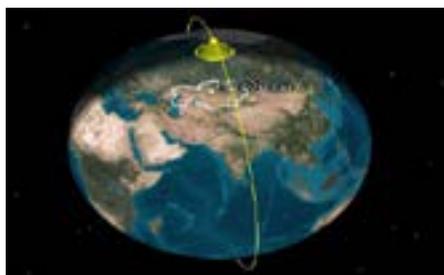


Рисунок 3. Радиомониторинг на базе одного низкоорбитального МКА



Рисунок 4. Траектория движения спутника за сутки

Зона покрытия спутника на Земле зависит от параметров орбиты. При этом земная станция обработки информации радиомониторинга может осуществлять связь со спутником только тогда, когда наземная станция находится в зоне покрытия (след спутника), как показано на рисунке 5. Продолжительность видимости и, следовательно, продолжительность связи составляет несколько минут, поскольку спутник движется над Землей с большой скоростью. Вместе со спутником перемещается и след от него и, следовательно, теряется связь с МКА (рисунок 6).



Рисунок 5. Зона покрытия одного низкоорбитального МКА



Рисунок 6. Перемещение МКА

Необходимо рассмотреть, как изменится долгота спутника на второй позиции по отношению к первой за счет вращения Земли. Для этого надо найти угловую скорость вращения Земли ω_3 .

Угловую скорость Земли определяется как:

$$\omega_3 = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow \frac{360^\circ}{T}$$

где T – период обращения Земли вокруг своей оси.

Так как в сутках 24 часа, следовательно, можно предположить, что период обращения Земли вокруг своей оси T составит также 24 часа. Но так как Земля

вращается еще вокруг Солнца, то период обращения её вокруг собственной оси будет немного короче привычных нам солнечных суток и составит 23 часа 56 минут и 4 секунды. Это так называемые звездные сутки. В пересчете на секунды мы получаем: $T=86164$ с.

Получается:

$$\omega_3 = \frac{360^\circ}{86164} = 0,00417^\circ/\text{с}$$

Чтобы найти число витков в сутки, необходимо среднее количество минут в сутках разделить на время одного витка МКА, тогда получается:

$$P_v = \frac{t_{\text{ср}}}{T} = \frac{1440}{97,37} = 14,8 \approx 15 \text{ витков в сутки}$$

где – это среднее количество минут в сутках.

Изменение долготы на следующем витке составит:

$$\Theta_{\text{изм}} = \omega_3 * T = 0,00417 * 5842,264 = 24,343^\circ$$

т.е. смещение за сутки будет происходить на относительно начала суток.

При этом угловая скорость движения МКА ω_c за один час составит:

$$\omega_c = 360/5842,264=0,06162^\circ/\text{с}$$

Число витков в час:

$$P_v/24 = 14,8/24=0,616$$

На рисунке 7 приведена траектория движения МКА над территорией РК, и можно увидеть влияние вращения Земли. Из-за вращения Земли расстояние между витками составит 24,343 градусов (около 2700 км).



а) первый виток



б) второй виток

Рисунок 7. Траектория движения МКА

Далее рассмотрим вопросы определения координат и длительности нахождения низкоорбитального спутника над территорией Республики Казахстан и интервалы его появления, а также методы ориентации МКА с целью создания системы радиомониторинга на основе низкоорбитального спутника для определения координат наземных ИРИ. Исследования проводились с помощью программы по моделированию движения спутника на орбите Земли «ТРАССА-ОМИР» (Institute of space technique and technology, 2022), которая может производить моделирование движения спутника на орбите Земли. Программа создана специалистами ДТОО «Институт космической техники и технологий» на основе изучения различных существующих зарубежных аналогов.

Данная программа позволяет для заданного временного интервала с заданным шагом по времени рассчитывать положение спутника на орбите (высоты, широты и долготы подспутниковой точки), а также ряд сопутствующих параметров – L-оболочки, освещенности спутника, прямой видимости спутника из точки на поверхности Земли, параметров геомагнитного поля и др.

С помощью данной программы были промоделированы все точки пролета над территорией Республики Казахстан за период с 01.12.2020 по 08.12.2020 (см. рисунок 8).

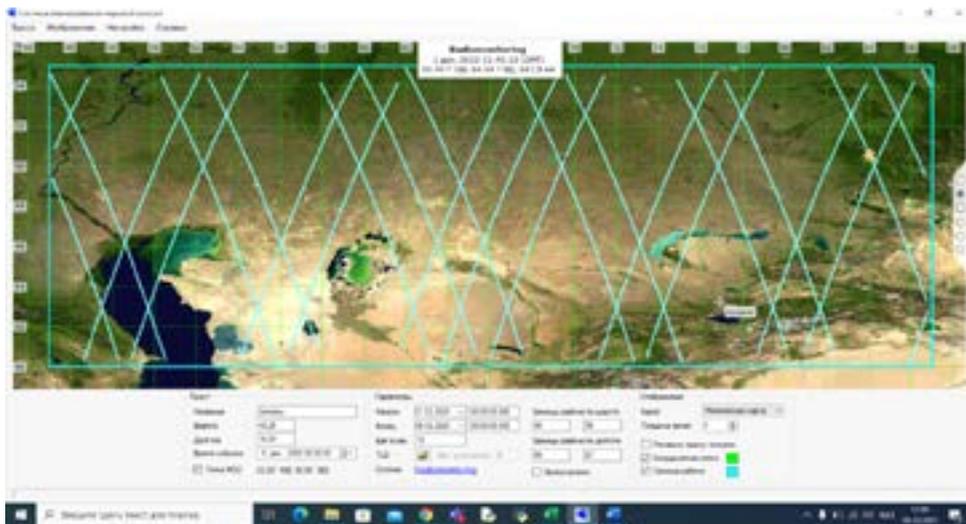


Рисунок 8. Моделирование движения МКА системы спутникового радиомониторинга

Обсуждение

В программе была применена область считывания по территории Республики Казахстан. Это область находится в диапазоне значений координат от 40° до 55° северной широты и от 45° до 87° восточной долготы. Была

создана таблица границ территории РК и выписаны точки пролета внутри границы.

Так, например, 01.12.2020 спутник находился над Усть-Каменогорском с 05:19:30 до 05:20:45 (75 секунд), с 06:55:00 до 06:57:15 (135 секунд) пролетал от Костаная в направлении Актобе, с 16:13:00 до 16:14:00 (60 секунд) был над Усть-Каменогорском, с 17:48:45 до 17:50:15 (90 секунд) в направлении от Кызылорды в Актобе. В этот день спутник сначала пролетал над восточной частью Казахстана и через 1 час 35 минут он снова пролетит над РК, но только над северной частью. Через 9 часов 18 минут спутник снова пролетит над ВКО. И через 1 час 35 минут он будет над Кызылординской областью. Итоговое время 6 мин. Таким образом, спутник в среднем будет 4 раза по 90 секунд над РК. За это время необходимо провести максимальное количество измерений параметров сигналов и необходимых углов для более точного определения местонахождения искомым ИРИ.

Заключение

Таким образом, учитывая большую территорию страны для повышения эффективности системы радиомониторинга предлагается применение низкоорбитального МКА в качестве станции радиоконтроля.

Предлагаемая спутниковая система позволит значительно расширить зону радиомониторинга и ускорить получение данных, необходимых для проведения анализа использования радиочастотного спектра и может интегрироваться с существующей наземной сетью радиомониторинга Республики Казахстан и с международной сетью радиомониторинга Международного Союза Электросвязи (МСЭ). В работе были применены программы «ТРАССА-ОМИР» и Satellite Tool Kit, с помощью которых было произведено моделирование движения малого космического аппарата на орбите и были определены наиболее оптимальные режимы проведения измерений.

REFERENCES

Handbook on Spectrum Monitoring. Radiocommunication Bureau, 2011. Geneva, Electronic Publication

Navarro A., Restrepo J., 2013 — *Navarro A., Restrepo J.* A new method for spectrum monitoring networks design. 2013 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI). Pp. 2018–2019. DOI:10.1109/aps.2013.6711667 (in Eng.)

Souryal M. et al., 2015 — *Souryal M. et al.* Real-time centralized spectrum monitoring: Feasibility, architecture, and latency. 2015 IEEE International Symposium on Dynamic Spectrum Access Networks (DySPAN). Pp. 106–112. DOI:10.1109/dyspan.2015.7343894 (in Eng.)

Zhang J. et al. 2020 – *Zhang J. et al.* Spectrum Knowledge and Real-Time Observing Enabled Smart Spectrum Management. IEEE Access. 8: 44153-44162. DOI:10.1109/access.2020.2978005. (in Eng.)

Chen D. et al. 2012 - *Chen D. et al.* Spectrum occupancy analysis based on radio monitoring network. 2012 1st IEEE International Conference on Communications in China (ICCC). Pp.739–744. DOI: 10.1109/iccchina.2012.6356981. (in Eng.)

Konkin V.V. 2015 - *Konkin V.V.* Options for building a unified radio monitoring system of the Moscow region [Varianty postroeniya edinoj sistemy radiokontrolja Moskovskogo regiona]. T-Comm-Telecommunications and Transport.9:6. (in Rus.)

Dokuchaev V.A., Pavlov S.V. 2018 - *Dokuchaev V.A., Pavlov S.V.* Methodological foundations for building a model of radio monitoring equipment [O razrabotke metodologicheskikh osnov postroeniya modeli tehniceskikh sredstv radiomonirovaniya] T-Comm, 12(7): Pp. 48–51. (in Rus.)

Skolnik M., 2008 - *Skolnik M.* Radar Handbook. Third Edition. McGraw-Hill Education. 1351 p. ISBN: 978-0-071-48547-0

Cetin E., Dempster A.G., 2016 - *Cetin E., Dempster A.G.* Interference Localization for Satellite Navigation Systems. Proceedings of the IEEE, 104(6): Pp.1318–1326. [7439734]. DOI:10.1109/JPROC.2016.2530814 (in Eng.)

ITU Report-R. SM. 2211-1 (06/2014). Comparison of methods for determining the geographical location of the signal source based on the difference in the time of arrival and the angle of arrival of the signal

Mark J.W., Yao G., Zhao L., 2006 - *Mark J.W., Yao G., Zhao L.* Mobile positioning based on relaying capability of mobile stations in hybrid wireless networks. IEEE Proc.-Commun, 153 (5)

Buehrer R.M., Zekavat A.S., 2019 - *Buehrer R.M., Zekavat A.S.* Handbook of position location theory, practice, and advances. Second Edition. IEEE Press Wiley. 1376 p. ISBN 978-1-119-43458-0

Gel V.E., Gretsova V., Potapov I.A., 2008 - *Gel V.E., Gretsova V.P., Potapov I.A.* A brief analysis of known methods for determining the location of radio emission sources. Doppler system for measuring the coordinates of radio emission sources [Kratkij analiz izvestnykh sposobov opredeleniya mestopolozheniya istochnikov radioizluchenij. Doplerovskaja sistema izmereniya koordinat istochnikov radioizluchenij]. Information and space. 3: Pp. 40–47. (in Rus.)

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

Aitmagambetov A.Z., Kulakaeva A.E., Kozhakhmetova B.A., Zhaksylyk A.Zh., 2019 - *Aitmagambetov A.Z., Kulakaeva A.E., Kozhakhmetova B.A., Zhaksylyk A.Zh.* Assessment of the energy budget for a radio monitoring system based on low-orbit satellites [Ocenka jenergeticheskogo byudzhetu dlja sistemy radiomonirovaniya na baze nizkoorbital'nykh sputnikov]. Bulletin of the AUES.4 (47):88. (in Rus.)

Aitmagambetov A.Z. et al., 2020 - *Aitmagambetov A.Z. et al.* Analysis of the possibility of using a low-orbit satellite for radio monitoring [Analiz vozmozhnosti primeneniya nizkoorbital'nogo sputnika dlja radiomonirovaniya]. Questions of technical and physical-mathematical sciences in the light of modern research. Pp.57–64. (in Rus.)

Aitmagambetov A.Z., Butuzov Yu.A., Kulakayeva A.E., 2016 - *Aitmagambetov A.Z., Butuzov Yu.A., Kulakayeva A.E.* Mathematical models for determining the location of radio emission sources in radio monitoring systems on the basis on low-orbit satellites. T-Comm. 10(1): Pp. 73–76.

Parameters of the Earth in 1990 (PZ-90.11)., 2014 Reference document. Military Topographic Directorate of the General Staff of the Armed Forces of the Russian Federation. 52 p. (in Rus.)

CODATA Recommended values of the fundamental physical constants (2019): 2018 NIST SP 961.

Aver'janov A.V., Kaljuzhnyj A.V. & Kuznecov V.V., 2021 - *Aver'janov A.V., Kaljuzhnyj A.V. & Kuznecov V.V.* Methodology for substantiating the functional distribution of small spacecraft in the cluster of remote sensing of the Earth [Metodika obosnovaniya funkcional'nogo raspredeleniya malyx kosmicheskikh apparatov v klasteru distancionnogo zondirovaniya Zemli]. Izvestiya vysshih uchebnykh zavedenij. Priborostroenie, 64 (8): Pp.620–625. (in Rus.)

Institute of space technique and technology (2022) Official website. URL: <https://istt.kz/eng>

МАЗМҰНЫ

А. Адамова, Т. Жукабаева, Е. Марденов ЗАТТАР ИНТЕРНЕТІ: ЖЕҢІЛДІК АЛГОРИТМДЕРДІҢ ДАМУЫ ЖӘНЕ БОЛАШАҒЫ.....	5
Г. Алпысбай, А. Бедельбаев, О. Усагова, А. Жұмабекова, Эдзард Хофиг ЗИЯНДЫ БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАБДЫҚТАРДЫ ТАЛДАУДА МАШИНАЛЫҚ ОҚЫТУ АЛГОРИТМІН ҚОЛДАНУ.....	21
А.У. Алтаева, А.Ш. Каипова, А.У. Мухамеджанова, Г.К. Оспанова МЕДИЦИНАДА ЧАТ-БОТТАРДЫ ҚОЛДАНУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ.....	32
Г.А. Анарбекова, Н.Н. Оспанова, Д.Ж. Анарбеков НОРМАЛАНҒАН КІРІС ВЕКТОРЛАРЫ: ДЕРЕКТЕРДІ ДАЙЫНДАУДЫҢ БАСТАПҚЫ КЕЗЕҢІ.....	40
А.Е. Әбжанова, А.И. Такуадина, С.К. Сагнаева, С.К. Серикбаева, Г.Т. Азиева ТОПЫРАҚТЫ ТЕХНИКАЛЫҚ МЕЛИОРАЦИЯЛАУ ӘДІСТЕРІНДЕ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ПАЙДАЛАНУ.....	55
К.Н. Әлібекова, Ж.М. Алимжанова, С.С. Байзакова СЫМСЫЗ СЕНСОРЛЫҚ ЖЕЛІЛЕР ҮШІН БЛОКТЫҚ ШИФРЛАРДЫҢ ӨНІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ.....	70
К.Б. Багитова, Ш.Ж. Мүсірәлиева, М.А. Болатбек, Р.Қ. Оспанов ИНТЕРНЕТТЕ ЭКСТРЕМИСТІК МАЗМҰНДЫ АНЫҚТАУҒА АРНАЛҒАН EXWEB БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖАБДЫҚТАМАСЫН ӨЗІРЛЕУ.....	81
А.Ш. Баракова, О.А. Усагова, А.С. Орынбаева ВЕБ САЙТТАРДАҒЫ САНДЫҚ РЕСУРСТАРДЫ СТЕГАНОГРАФИЯ ӘДІСІМЕН ҚОРҒАУДЫҢ МОДЕЛІ.....	96
А.С. Омарбекова, А.Е. Назырова, Н. Тасболатұлы, Б.Ш. Разахова ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ELEARNING ЖҮЙЕСІНІҢ ОНТОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛІ ЖӘНЕ ОҚЫТУ НӘТИЖЕЛЕРІ.....	108
М.Қ. Болсынбек, Г.Б. Абдикеримова, С.К. Серикбаева, А.Ж. Танирбергенов, Ж.К. Тасжурекова ТОПЫРАҚ ЖӘНЕ ТОПЫРАҚ ЭРОЗИСЫН БОЛЖАУЖЫҢ АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІН ЗЕРТТЕУ.....	128
Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева, Б.А. Ху Вен-Цен LSTM ЖӘНЕ GRU ҮЛГІЛЕРІ НЕГІЗІНДЕ ҚАЗАҚ ДАКТИЛЬДЕРІН ТАҢУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ.....	141
М.Д. Кабибуллин, Б.Б. Оразбаев, К.Н. Оразбаева, С.Ш. Исакова, Ж.Ш. Аманбаева КҮРДЕЛІ ХИМИЯЛЫҚ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕР АГРЕГАТТАРЫНЫҢ МОДЕЛЬДЕРІН БАСТАПҚЫ АҚПАРАТТЫҢ ЖЕТІСПЕУШІЛІГІ МЕН АЙҚЫНСЫЗДЫҒЫ ЖАҒДАЙЫНДА ҚҰРУ.....	154

М.Ж. Қалдарова, А.С. Аканова, М.Г. Гриф, У.Ж. Айтимова, А.С. Муканова ТОПЫРАҚ ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ ҮШІН ҚОЛДАНЫЛАТЫН ҒАРЫШТЫҚ СУРЕТТЕРДІ ӨНДЕУ АЛГОРИТМДЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ.....	172
К. Келесбаев, Ш. Раманкулов, М. Нуризинова, А. Паттаев, Н. Мұсахан STEM ЖОБАЛЫҚ ОҚЫТУДЫҢ БОЛАШАҚ ФИЗИКА МАМАНДАРЫН ДАЯРЛАУДАҒЫ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ.....	193
А.Е. Кулакаева, Е.А. Дайнеко, А.З. Айтмагамбетов, А.Т. Жетписбаева, Б.А. Кожаметова ШАҒЫН ҒАРЫШ АППАРАТЫ ОРБИТАСЫНЫҢ СИПАТТАМАЛАРЫНЫҢ СПУТНИКТИК РАДИО МОНИТОРИНГ ЖҮЙЕСІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ӘСЕРІ ТУРАЛЫ.....	208
А.Е. Назырова, Г.Т. Бекманова, А.С. Муканова, Н. Амангелді, М.Ж. Қалдарова БІЛІМ БЕРУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫ ҮШІН АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН ЖҮЙЕНІ ӨЗІРЛЕУ.....	221
А.Б. Тоқтарова, Б.С. Омаров, Ж.Ж. Ажибекова, Г.И. Бейсенова, Р.Б. Абдрахманов ОНЛАЙН КОНТЕНТТЕГІ БЕЙӘДЕП СӨЗДЕР МӘЛІМЕТТЕР ҚОРЫН DATA MINING АРҚЫЛЫ АНАЛИЗДЕУ.....	237
Ә.Б. Тынымбаев, К.С. Байшоланова, К.Е. Кубаев АҚПАРАТТЫ ҚОРҒАУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ NAVIVE BAYESIAN ЖІКІТІУШСІН ҚОЛДАНУ.....	252
Г.Қ. Шаметова, А.Ә. Шәріпбай, Б.Ф. Сайлау ҚОЛЖЕТІМДІЛІКТІ БАСҚАРУ ЖҮЙЕЛЕРІНДЕГІ ҚҰПИЯНЫ БӨЛҮДІҢ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ СҰЛБАЛАРЫН ТАЛДАУ.....	261
Г.Б. Абдикеримова, А.Ә. Шекербек, М.Г. Байбулова, С.К. Абдикаримова, Ш.Ш. Жолдасова КЕУДЕ ПАТОЛОГИЯСЫН АВТОКОРРЕЛЯЦИЯЛЫҚ ФУНКЦИЯ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ.....	274

СОДЕРЖАНИЕ

А. Адамова, Т. Жукабаева, Е. Марденов ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЛЕГКОВЕСНЫХ АЛГОРИТМОВ.....	5
Г. Алпысбай, А. Бедельбаев, О. Усагова, А. Жумабекова, Эдзарт Хофиг ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА ВРЕДНОСНОГО ПО.....	21
А.У. Алтаева, А.Ш. Каипова, А.У. Мухамеджанова, Г.К. Оспанова ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧАТ-БОТОВ В МЕДИЦИНЕ.....	32
Г.А. Анарбекова, Н.Н. Оспанова*, Д.Ж. Анарбеков НОРМАЛИЗОВАННЫЕ ВХОДНЫЕ ВЕКТОРЫ: ПЕРВИЧНЫЙ ЭТАП ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ.....	40
А.Е. Абжанова, А.И. Такуадина, С.К. Сагнаева, С.К. Серикбаева, Г.Т. Азиева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В МЕТОДАХ ТЕХНИЧЕСКИХ МЕЛИОРАЦИЙ ГРУНТОВ.....	55
К.Н. Алибекова, Ж.М. Алимжанова, С.С. Байзакова ОЦЕНКА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ БЛОЧНЫХ ШИФРОВ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ.....	70
К.Б. Багитова, Ш.Ж. Мусиралиева, М.А. Болатбек, Р.К. Оспанов РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ EXWEB ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЭКСТРЕМИСТСКОГО КОНТЕНТА В СЕТИ ИНТЕРНЕТ.....	81
А.Ш. Баракова, О.А. Усагова, А.С. Орынбаева РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЗАЩИТЫ ЦИФРОВЫХ WEB РЕСУРСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СТЕГАНОГРАФИИ.....	96
А.С. Омарбекова, А.Е. Назырова, Н. Тасболатұлы, Б.Ш. Разахова ОНТОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ.....	108
М.Қ. Болсынбек, Г.Б. Абдикеримова, С.К. Серикбаева, А.Ж. Танирбергенов, Ж.К. Тасжурекова ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОЧВЕННОЙ И ПОЧВЕННОЙ ЭРОЗИИ.....	128
Л.З. Жолшиева, Т.К. Жукабаева, Ш. Тураев, М.А. Бердиева, Б.А. Ху Вен-Цен РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ КАЗАХСКИХ ДАКТИЛЬНЫХ ЖЕСТОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛЕЙ LSTM И GRU.....	141
М.Д. Кабибуллин, Б.Б. Оразбаев, К.Н. Оразбаева, С.Ш. Исакова, Ж.Ш. Аманбаева РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ АГРЕГАТОВ СЛОЖНЫХ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА И НЕЧЕТКОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	154

М.Ж. Калдарова, А.С. Аканова, М.Г. Гриф, У.Ж. Айтимова, А.С. Муканова АЛГОРИТМЫ И МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ.....	172
К. Келесбаев, Ш. Раманкулов, М. Нуризинова, А. Паттаев, Н. Мұсахан ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТНОГО ОБУЧЕНИЯ STEM В ПОДГОТОВКЕ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ФИЗИКЕ.....	193
А.Е. Кулакаева, Е.А. Дайнеко, А.З. Айтмагамбетов, А.Т. Жетписбаева, Б.А. Кожаметова О ВЛИЯНИИ ХАРАКТЕРИСТИК ОРБИТЫ МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ СПУТНИКОВОГО РАДИОМОНИТОРИНГА.....	208
А.Е. Назырова, Г.Т. Бекманова, А.С. Муканова, Н. Амангелді, М.Ж. Калдарова, РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ.....	221
А.Б. Токгарова, Б.С. Омаров, Ж.Ж. Ажибекова, Г.И. Бейсенова, Р.Б. Абдрахманов АНАЛИЗ НЕОБРАЗНЫХ СЛОВ В ОНЛАЙН-КОНТЕНТЕ С ПОМОЩЬЮ DATA MINING.....	237
Ә.Б. Тынымбаев, К.С. Байшоланова, К.Е. Кубаев ПРИМЕНЕНИЕ НАИВНОГО БАЙЕСОВСКОГО КЛАССИФИКАТОРА В СИСТЕМАХ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ.....	252
Г.Қ. Шаметова, А.Ә. Шәріпбай, Б.Ғ. Сайлау АНАЛИЗ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ СХЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СЕКРЕТОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ.....	261
Г.Б. Абдикеримова, А.А. Шекербек, М.Г. Байбулова, С.К. Абдикаримова, Ш.Ш. Жолдасова ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРУДНОЙ ПАТОЛОГИИ С ПОМОЩЬЮ ФУНКЦИИ АВТОКОРРЕЛЯЦИИ.....	274

CONTENTS

A. Adamova, T. Zhukabayeva, Y. Mardenov INTERNET OF THINGS: STATUS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF LIGHTWEIGHT ALGORITHMS.....	5
G. Alpysbay, A. Bedelbayev, O. Ussatova, A. Zhumabekova, Edzard Höfig APPLICATION OF MACHINE LEARNING ALGORITHM IN THE ANALYSIS OF MALICIOUS SOFTWARE.....	21
A.U. Altaeva, A.S. Kaipova, A.U. Mukhamejanova, G.K. Ospanova PROSPECTS OF USING CHATBOTS IN MEDICINE.....	32
G.A. Anarbekova, N.N. Ospanova, D.Zh. Anarbekov NORMALIZED INPUT VECTORS: THE PRIMARY STAGE OF DATA PREPARATION.....	40
A.E. Abzhanova, A.I. Takuadina, S.K. Sagnaeva, S.K. Serikbayeva, G.T. Azieva THE USE OF INFORMATION SYSTEMS IN THE METHODS OF TECHNICAL SOIL RECLAMATION.....	55
K. Alibekova, Zh. Alimzhanova, S.S. Baizakova RATING VALUATION OF BLOCK CIPHERS FOR WIRELESS SENSOR NETWORKS.....	70
K.B. Bagitova, Sh.Zh. Mussiraliyeva, M.A. Bolatbek, R.K. Ospanov DEVELOPMENT OF EXWEB SOFTWARE FOR DETECTING EXTREMIST CONTENT ON THE INTERNET.....	81
A.Sh. Barakova, O.A. Usatova, A.S. Orynbaeva DIGITAL RESOURCES ON WEBSITES MODEL OF PROTECTION BY STEGANOGRAPHY.....	96
A.S. Omarbekova, A.E. Nazyrova, N. Tasbolatuly, B.Sh. Razakhova ONTOLOGICAL MODEL OF AN INTELLIGENT E-LEARNING SYSTEM AND LEARNING OUTCOMES.....	108
M. Bolsynbek, G. Abdikerimova, S. Serikbayeva, A. Tanirbergenov, Zh. Taszhurekova RESEARCH OF INFORMATION SYSTEMS AND METHODS OF FORECASTING SOIL AND SOIL EROSION.....	128
L. Zholshiyeva, T. Zhukabayeva, Sh. Turaev, M. Berdieva, B. Khu Ven-Tsen DEVELOPMENT OF AN INTELLECTUAL SYSTEM FOR RECOGNIZING KAZAKH DACTYL GESTURES BASED ON LSTM AND GRU MODELS.....	141
M. Kabibullin, B. Orazbayev, K. Orazbayeva, S. Iskakova, Zh. Amanbayeva DEVELOPMENT OF MODELS OF UNITS OF COMPLEX CHEMICAL-TECHNOLOGICAL SYSTEMS UNDER CONDITIONS OF DEFICIENCY AND FUZZY OF INITIAL INFORMATION.....	154
M.Zh. Kaldarova, A.S. Akanova, M.G. Grif, U.Zh. Aitimova, A.S. Mukanova ALGORITHM AND METHOD OF PROCESSING SPACE PHOTOS FOR ASSESSMENT OF SOIL.....	172

K. Kelesbaev, Sh. Ramankulov, M. Nurizinova, A. Pattaev, N. Mussakhan FEATURES OF STEAM PROJECT TRAINING IN THE PREPARATION OF FUTURE SPECIALISTS IN PHYSICS.....	193
A.E. Kulakayeva, Y.A. Daineko, A.Z. Aitmagambetov, A.T. Zhetpisbaeva, B.A. Kozhakhmetova ABOUT THE INFLUENCE OF THE ORBIT CHARACTERISTICS OF A SMALL SPACECRAFT ON THE PARAMETERS OF THE SATELLITE RADIO MONITORING SYSTEM.....	208
A.E. Nazyrova, G.T. Bekmanova, A.S. Mukanova, N. Amangeldi, M.Zh. Kaldarova DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR EDUCATIONAL PROGRAMS.....	221
A.B. Toktarova, B.S. Omarov, Zh.Zh. Azhibekova, G.I. Beissenova, R.B. Abdrakhmanov ANALYSIS OF HATE SPEECH WORDS IN ONLINE CONTENT BY USING DATA MINING.....	237
A.B. Tynymbayev, K.S. Baisholanova, K.Ye. Kubaev APPLICATION OF NAVIVE BAYESIAN CLASSIFIER IN INFORMATION PROTECTION SYSTEMS.....	252
G.K. Shametova, A.A. Sharipbay, B.G. Sailau ANALYSIS OF CRYPTOGRAPHIC SECRET DISTRIBUTION SCHEMES IN ACCESS CONTROL SYSTEMS.....	261
G.B. Abdikerimova, A.A. Shekerbek, M.G. Baibulova, S.K. Abdikarimova, Sh.Sh. Zholdassova CHEST PATHOLOGY DETERMINATION THROUGH AUTOCORRELATION FUNCTION.....	274

**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)

Заместитель директор отдела издания научных журналов НАН РК *Р. Жалиқызы*

Редакторы: *М.С. Ахметова, Д.С. Аленов*

Верстка на компьютере *Г.Д. Жадыранова*

Подписано в печать 12.06.2023.

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

19,0 п.л. Тираж 300. Заказ 2.