

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  
Қазақстан Республикасының Ғылым  
Академиясының Алматыдағы  
Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық  
университетінің

## NEWS

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

**SERIES**  
**PHYSICO-MATHEMATICAL**

**6 (340)**

**NOVEMBER – DECEMBER 2021**

PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

ALMATY, NAS RK

*NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series physico-mathematical journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of chemistry and technologies in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of chemical sciences to our community.*

*Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы «ҚР ҰҒА Хабарлары. Физикалық-математикалық сериясы» ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Химия және технология сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді химиялық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.*

*НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия физико-математическая» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по химическим наукам для нашего сообщества.*

### **Бас редактор:**

**МҰТАНОВ 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

### **Редакция алқасы:**

**ҚАЛИМОЛДАЕВ Мақсат Нұрәділұлы** (бас редактордың орынбасары), физика-математика ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, ҚР БҒМ ҒК «Ақпараттық және есептеу технологиялары институты» бас директорының кеңесшісі, зертхана меңгерушісі (Алматы, Қазақстан) Н=7

**БАЙГУНЧЕКОВ Жұмаділ Жанабайұлы** (бас редактордың орынбасары), техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Кибернетика және ақпараттық технологиялар институты, Сағпаев 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 Hemando**, 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

**МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович**, техника ғылымдарының докторы, профессор, Беларусь ҰҒА академигі (Минск, Беларусь) Н=2

**РАМАЗАНОВ Тілекқабыл 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), Наноқұрылымды материалдарды зерттеу институтының профессоры (Рим, Италия) Н=26

### **«ҚР ҰҒА Хабарлары.**

**Физика-математикалық 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: *математика, информатика, механика, физика, ғарыштық зерттеулер, астрономия, ионосфера.*

Мерзімділігі: жылына 6 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, 2021

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

### Главный редактор:

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

### Редакционная коллегия:

**КАЛИМОЛДАЕВ Максат Нурадилович**, (заместитель главного редактора), доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК, советник генерального директора «Института информационных и вычислительных технологий» КН МОН РК, заведующий лабораторией (Алматы, Казахстан) Н=7

**БАЙГУНЧЕКОВ Жумадил Жанабаевич**, (заместитель главного редактора), 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

**МИХАЛЕВИЧ Александр Александрович**, доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси (Минск, Беларусь) Н=2

**РАМАЗАНОВ Тлеккабул 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 Нургали 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 физико-математическая».

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: *математика, информатика, механика, физика, космические исследования, астрономия, ионосфера.*

Периодичность: 6 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, 2021

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

### Editorial board:

**KALIMOLDAYEV Maksat Nuradilovich** (Deputy Editor-in-Chief), doctor in Physics and Mathematics, Professor, Academician of NAS RK, Advisor to the General Director of the Institute of Information and Computing Technologies of SC MES RK, Head of the Laboratory (Almaty, Kazakhstan) H=7

**BAYGUNCHEKOV Zhumadil Zhanabayevich**, (Deputy Editor-in-Chief), 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

**MIKHALEVICH Alexander Alexandrovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of NAS of Belarus (Minsk, Belarus) H=2

**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. Physical-mathematical series.**

**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: *mathematics, computer science, mechanics, physics, space research, astronomy, ionosphere.*

*Periodicity:* 6 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, 2021

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

## ФИЗИКА

---

### NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 6, Number 340 (2021), 6–14

<https://doi.org/10.32014/2021.2518-1726.96>

УДК 621.371.3

МРНТИ 29.35.19

**Жумабаев Б.Т.<sup>1\*</sup>, Васильев И.В.<sup>2</sup>, Петровский В.Г.<sup>3</sup>, Исабаев К.Ж.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Институт ионосферы, Алматы, Казахстан;

<sup>2</sup> Специальное конструкторское бюро «Гранит», Алматы, Казахстан;

<sup>3</sup> Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи, Алматы, Казахстан.

E-mail: beibit.zhu@mail.ru

### НОВЫЙ ПОЛИГОН ДЛЯ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАЗАХСТАНЕ

**Аннотация.** С учётом больших протяженностей территории Казахстана, радиосвязь между населёнными пунктами удалёнными друг от друга на несколько сотен километров является актуальной проблемой. Для обеспечения связью применяются радиостанции КВ- и УКВ-диапазона, а также спутниковая связь. В периоды возмущения ионосферы использование КВ-связи затруднено, а спутниковая связь достаточно дорога. Наиболее распространённые УКВ-радиостанции используются лишь на коротких дистанциях, обычно на расстояниях до линии горизонта. На более дальних расстояниях используют КВ радиосвязь, но для неё требуется отражение радиосигналов от ионосферы, которое возможно только при небольших углах отражения радиоволн. В связи с чем, КВ-радиосвязь малоэффективна при расстояниях между корреспондентами менее 300 км. Этот диапазон расстояний между корреспондентами, на котором УКВ-радиостанции уже не могут обеспечить радиосвязь, а КВ-радиостанции ещё не могут её обеспечить из-за так называемой «мёртвой зоны». Одним из решений данной проблемы является применение тропосферной радиосвязи, которая, за счёт рассеивания радиоволн на неоднородностях тропосферы (влага, пыль и т.п.) может обеспечить эффект загоризонтной связи. В работе приводится информация об организации радиополигона для исследования распространения радиоволн метрового диапазона в тропосфере в Военно-инженерном институте радиоэлектроники и связи (ВИИРЭиС) на основе использования радиотехнических средств Министерства обороны Республики Казахстан, дислоцированных на территории страны. Определены азимуты, расстояния и пункты приёма-передачи радиосигналов для различных рельефов местности и трасс распространения. Использование радиополигона позволит развить ряд перспективных направлений радиофизических исследований в Казахстане с использованием радиолокационных станций (РЛС).

**Ключевые слова:** интерференция, полигон, радиолокатор, стратосфера, тропосфера, тропосферное распространение радиоволн.

**Введение.** Радиофизические исследования в Казахстане имеют давнюю историю. В 1943 году в парке культуры и отдыха им. М. Горького в двухэтажном здании, расположенном северней стадиона «Спартак», была установлена первая в Казахстане ионосферная станция. Она регистрировала высотно-частотные характеристики ионосферы на двух радиочастотах и уровни радишумов естественного и искусственного происхождения. Эта информация использовалась для составления прогнозов распространения радиоволн с целью обеспечения бесперебойной радиосвязи в Красной Армии. В 1961 году Академией наук Казахстана было принято решение о начале исследований распространения радиоволн в Казахстане. На основании этого решения ионосферная станция была передана в распоряжение Сектора ионосферы, созданного при Президиуме Академии наук. В состав Сектора ионосферы АН КазССР (ныне Институт ионосферы) вошли три комплексные магнито-

ионосферные станции, расположившиеся в районах городов Алма-Аты, Темиртау (Карагандинская область) и Новоказалинска (Кызыл-Ординская область) [1].

**Материалы и методы.** Развитие радиофизических исследований напрямую зависит от наличия экспериментальной приборной базы и территориально распределённых измерительных полигонов. Для создания таких полигонов требуются большие финансовые средства как на их обустройство, так и на их содержание. В связи с этим, многие группы исследователей стремятся использовать в качестве источников излучения самые разнообразные как природного, так и искусственного происхождения. Наблюдение за сигналами этих источников позволяет получать самую различную информацию об особенностях распространения радиоволн, что дает возможность не только производить мониторинг окружающей среды [2,3], делать прогнозы об изменении её состояния, но и получать информацию о строении Земли.

**Исследований тропосферного распространения радиоволн.** Новые возможности в области радиофизических исследований появились в Казахстане после 2007 года, когда в Специальном конструкторско-технологическом бюро «Гранит» были изготовлены две первые отечественные радиолокационные станции собственной разработки. Это были модернизированные двухкоординатные радиолокаторы для обнаружения воздушных целей, получившие обозначение П-18М. Полная информация о тактико-технических характеристиках этих локаторов и возможность их модификации позволяет использовать их сигналы как прекрасные источники радиосигналов в диапазоне 140-170 МГц для организации регулярных наблюдений за ними. В настоящее время эти радиолокаторы, количество которых исчисляется многими десятками, расположены по всей территории республики (рис.1) и используются для непрерывного контроля воздушного пространства.



Рис.1. Размещение радиолокаторов.

Первый опыт использования этих радиолокаторов для научных целей уже имеется. В 2020 году Министерство образования и науки РК выделило грант для организации регулярных наблюдений за тропосферным распространением радиоволн с целью уточнения методик расчёта тропосферных радиотрасс в метровом диапазоне [5,6]. Это необходимо как из-за недостаточной точности расчётов загоризонтных радиотрасс [4] в этом диапазоне частот, так и в связи с изменениями климатических условий в регионе.

В первую очередь, в связи с широким внедрением цифровых методов передачи данных, требуются исследования причины высокой нестабильности каналов тропосферной связи, препятствующих организации высокоскоростных каналов передачи данных [7]. Основной причиной нестабильности уровня и фазы принимаемых сигналов является многомодовое их распространение при рассеивании на неоднородностях тропосферы и вариации коэффициентов преломления, зависящие от погодных условий. До настоящего времени отсутствуют строгие методы расчёта тропосферных радиотрасс. Международный союз электросвязи (МСЭ) в своём справочнике по расчёту радиотрасс рекомендует три методики [8], основанные на эмпирических и полуэмпирических методах. Сравнение результатов расчётов для 25 трасс с результатами экспериментальных исследований [8, табл.6], показывает разброс среднеквадратических значений коэффициента затухания радиосигнала до 7 дБ, что приводит

к необходимости завышать энергетический потенциал станций тропосферной связи для обеспечения гарантированного качества передачи данных.

**Результаты.** Первые же опыты по приёму сигналов тропосферного рассеивания показали неожиданные результаты. На рисунке 2 показан пример фазокодоманипулированного сигнала, принятого от радиолокационной станции, находящейся на удалении 41 км в мае 2021 года. Длительность парциального импульса в кодовом сигнале составляет 6 мкс.

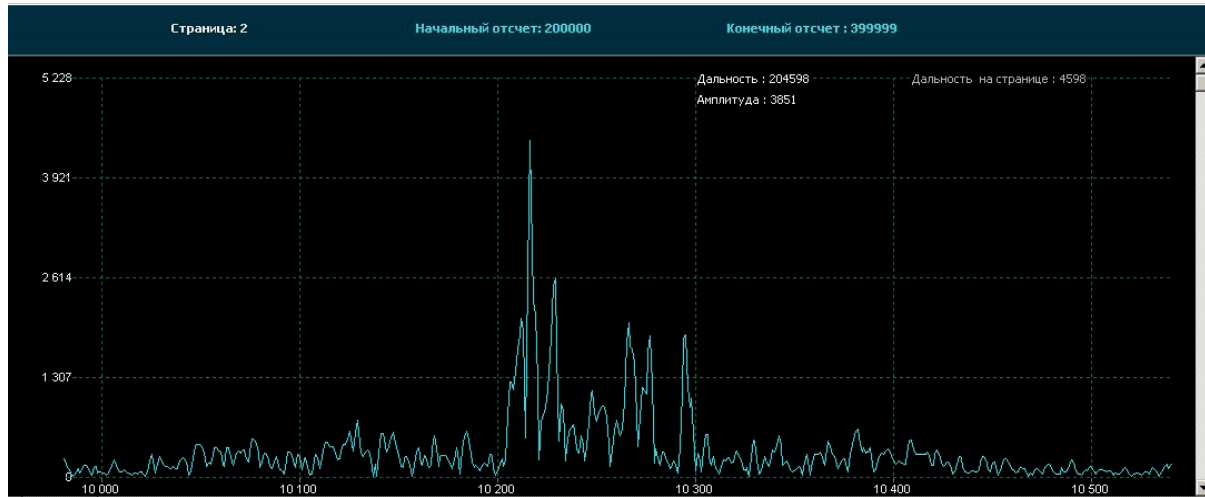


Рис.2. Фрагмент осциллограммы принятого радиолокационного сигнала.

На приведённом рисунке по оси абсцисс приведены номера тактов аналого-цифрового преобразователя (АЦП) регистрирующего устройства после прохождения оптимального фильтра. Один такт соответствует временному интервалу 2 мкс. Из этого рисунка видно, что, кроме приземной дифракционной радиоволны, на приёмный пункт приходит ещё несколько мод, существенно задержанных по времени. Разность времени между первым и последним сигналом составляет 90 отсчётов (180 мкс), что соответствует дополнительному пути 54 километра, пройденному радиосигналом.

При измерении радиосигналов только в одной точке, невозможно однозначно решить задачу определения координат рассеивающей неоднородности в пространстве. Можно только рассчитать расстояние, пройденное радиосигналом по трассе передатчик-неоднородность-приёмник. Геометрической фигурой, описывающей множество точек, с одинаковыми расстояниями является эллипс вращения, в фокусах которого (А, В) находятся передатчик и приёмник (рис.3).

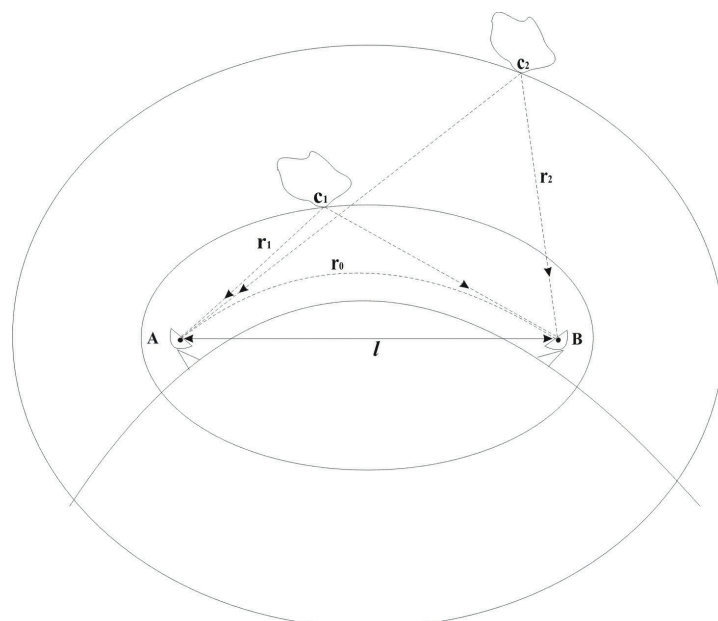


Рис.3. Распространение радиоволн, рассеивающихся на неоднородностях атмосферы.



Учитывая, что высотная граница тропосферы составляет около 15 километров, получение отражений от неоднородностей тропосферы с задержкой сигналов на 180 мкс невозможно. Неоднородность, находящаяся на высоте 15 км от поверхности Земли может привести к увеличению пути прохождения радиосигнала не более чем на 10 км. А получено по результатам измерений 54 км. Это свидетельствует об обнаружении эффекта стратосферного прохождения радиоволн.

Сам факт наличия неоднородностей в стратосфере, способных преломлять путь прохождения радиоволны, был известен. Однако считалось, что этот эффект выражен существенно слабее, чем в тропосфере [9], однако, применение методов спутникового «просветного» зондирования атмосферы в диапазонах сантиметровых и дециметровых волн [10] выявило наличие образований в стратосфере, рассеивающих радиоволны на высотах до 30 км. При этом максимумы наблюдались на высотах 20-25 км и обнаруженные неоднородности были более стабильными, чем в тропосфере.

С большой степенью вероятности именно эти стратосферные неоднородности оказывают мешающее влияние на работу модемов, так как в рекомендациях МСЭ оценка тропосферных задержек из-за многолучёвости оценивается величинами от 0,1 до 1 мкс [8]. Для получения новых научных данных, способных уточнить модели тропосферного распространения с учётом влияния стратосферы необходимо проведение экспериментов на трассах разной длины, в разное время и разной конфигурации.

Географическое расположение радиолокаторов обзора воздушного пространства позволяет обеспечить регулярные наблюдения за источниками излучения, находящиеся на разных азимутах и дистанциях. Особый интерес представляют источники, расположенные за горными массивами, так как надёжных методик расчёта тропосферных каналов над ними (для метрового диапазона волн) нет. Особый интерес для исследований, по нашему мнению, представляют несколько групп источников.

**Обсуждение.** В первую группу можно отнести источники, расположенные в западном направлении. В этом направлении пологая местность с малым количеством водных источников.

Таблица 1 (запад). Направления (пеленг) на источники исследуемых излучаемых радиоволн

№№ п/п	Азимут (градусы)	Расстояние (километры)
1.	276.72	137.39
2.	263.64	344.33
3.	264.27	468.96
4.	253.65	655.35
5.	255.33	777.31
6.	255.15	781.27
7.	284.11	941.62

Как видно из таблицы 1, источники излучения расположены примерно на одном азимуте с разницей по дистанции почти в 7 раз. При этом источники 5 и 6 (таблица 1) расположены примерно на одинаковом удалении, что позволяет использовать их для верификации результатов измерений.

Другой интересной группой источников можно считать источники, расположенные в северо-восточном направлении (таблица 2).

Таблица 2 (северо-восток). Направления (пеленг) на источники исследуемых излучаемых радиоволн

№№ п/п	Азимут (градусы)	Расстояние (километры)
1.	21.77	41.03
2.	70.13	265.16
3.	43.53	438.21
4.	63.00	490.93
5.	45.12	548.88
6.	26.65	576.43
7.	46.89	744.99
8.	39.77	774.32
9.	17.78	819.17
10.	48.62	823.42

В этом направлении имеется один источник расположенный, хотя и вне пределов прямой видимости, но на относительно небольшом расстоянии. На таких расстояниях достаточно сильным будет сигнал приземной волны и можно ожидать наличия интерференции двух мод, тропосферной и приземной. Дальности до источников сигналов примерно соответствуют дальностям источников первой группы, но расположены они почти под 90 градусов друг к другу. Кроме того, дальние источники находятся в горной местности.

Особо интересными, для целей изучения тропосферного распространения радиоволн, можно считать два источника, расположенные практически на одинаковом расстоянии от выбранной точки наблюдения, но радиотрасса одного проходит над равниной, а другого – над горной местностью. Первый из них находится на удалении 264,5 км (потери в свободном пространстве 124,4 дБ, рис.4а), а второй – на удалении 266 км (потери в свободном пространстве 124,5 дБ, рис.4б).

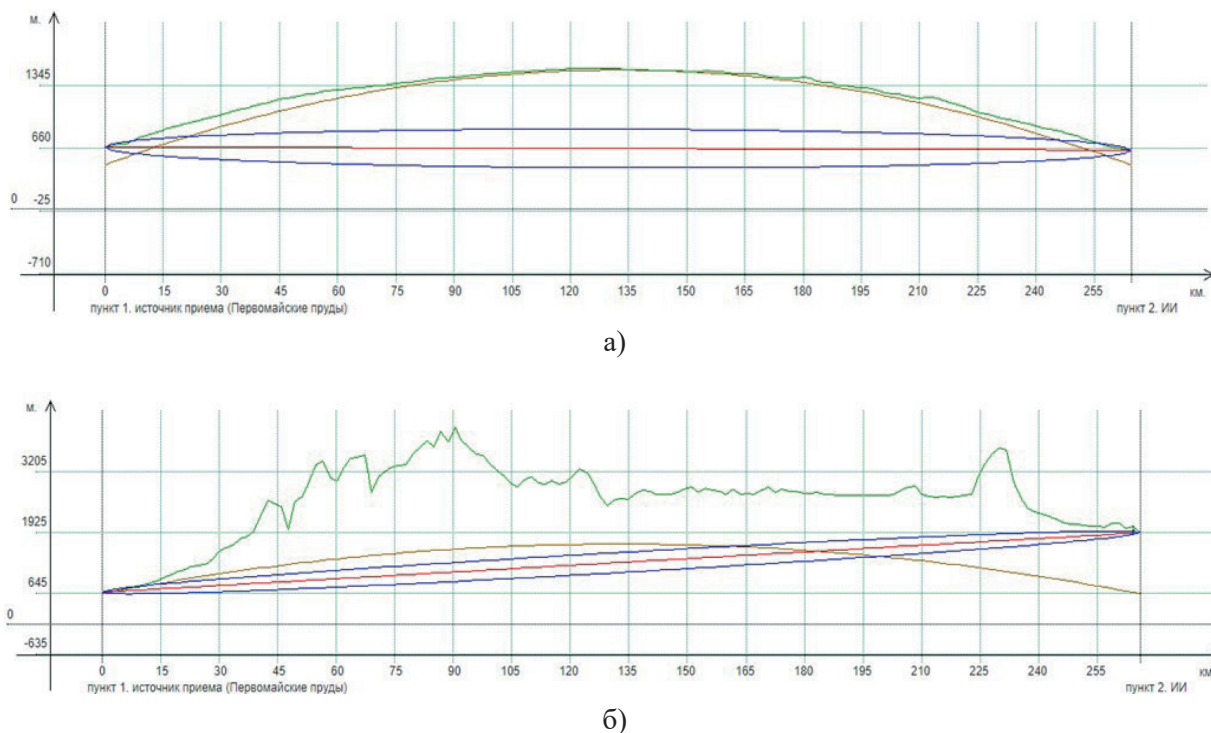


Рис.4. Высотные профили радиотрасс



Средняя высота подъёма антенн источников излучения от поверхности Земли составляет 7,9 м, коэффициент усиления антенны – 250, скорость её вращения в пространстве – 2, 4 или 6 оборотов в минуту. Импульсная мощность передающего устройства 8 кВт, длина фазокодоманипулированного сигнала 378 мкс.

В качестве регистрирующего устройства используется такой же радиолокатор с коэффициентом шума приёмного устройства 1 дБ. Для регистрации и обработки информации разработано специальное программное обеспечение.

Имеются источники излучения и в других направлениях на удаленностях до 2000 км, но они более перспективны для иных радиофизических исследований. Первый успешный опыт использования радиолокаторов обзора воздушного пространства позволяет расширить круг радиофизических исследований. Локаторы могут позволить проводить исследования для следующих целей (табл.3).

Таблица 3. Направления перспективных радиофизических исследований с использованием РЛС

№.№ п/п	Наименование вида работы	Необходимое обеспечение
1	Исследование влияния подстилающей поверхности на радиолокационные измерения	Специальное программное обеспечение (СПО)
2	Исследования воздействия погодных условий на радиолокационные измерения	СПО
3	Исследования отражений от метеорных следов	СПО
4	Исследования отражений от грозových разрядов	СПО
5	Исследование ионосферы	СПО
6	Исследование отражений от Солнца и Луны	СПО

**Заключение.** В настоящее время реализован и действует радиополигон по исследованию распространения радиоволн метрового диапазона в тропосфере в Военно-инженерном институте радиоэлектроники и связи Министерства обороны Республики Казахстан.

Получены первые результаты измерений тропосферного рассеяния радиоволн метрового диапазона, которые показали ряд эффектов, ранее неизвестных в тропосферной связи. Это стало возможным из-за использования в качестве источника излучения импульсного сигнала с длительностью менее 10 мкс и, соответственно, с разрешением по дальности менее 3 км.

Пассивный мониторинг поведения характеристик распространения и специальная обработка радиосигналов их рассеивания тропосферой показали возможность радиобнаружения воздушных целей и неоднородностей в тропосфере.

*Работа выполнена в рамках НИР ИРН 00012/ГФ.*

**Жұмабаев Б.Т.<sup>1\*</sup>, Васильев И.В.<sup>2</sup>, Петровский В.Г.<sup>3</sup>, Исабаев К.Ж.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Ионосфера институты, Алматы, Қазақстан;

<sup>2</sup>ЖШС Арнайы конструкторлық техникалық бюро «Гранит», Алматы, Қазақстан;

<sup>3</sup>Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік институты, Алматы, Қазақстан.

E-mail: [beibit.zhu@mail.ru](mailto:beibit.zhu@mail.ru)

## ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ РАДИОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ АРНАЛҒАН ЖАҢА ПОЛИГОН

**Аннотация.** Қазақстан аумағының ұзындығының үлкен болғандықтан, бір-бірінен бірнеше жүз километр қашықтықта орналасқан елді-мекендер арасындағы радиобайланыс өзекті мәселе болып табылады. Оларды байланыспен қамтамасыз ету үшін ҚТ және УҚТ диапазонды радиостанциялар, сондай-ақ спутниктік байланыс қолданылады. Ионосфераның бұзылуы кезеңдерінде ҚТ байланысты пайдалану қиын, ал спутниктік байланыс өте қымбат. Ең көп таралған УҚТ радиостанциялары тек қысқа қашықтықта, әдетте горизонт сызығына дейінгі қашықтықта қолданылады. Алыс қашықтықта ҚТ радиобайланыс қолданылады, бірақ ол ионосферадан радиосигналдарының шағылысуын қажет етеді, бұл радиотолқындарының шағылысуының кішкене бұрыштарында ғана мүмкін болады. Осыған байланысты, ҚТ радиобайланысы корреспонденттер арасындағы қашықтық 300 км-ден кем болғанда тиімді болмайды. Бұл УҚТ радиостанциялары радиобайланысты қамтамасыз ете алмайтын корреспонденттер арасындағы қашықтықтың бұл диапазоны, ал ҚТ радиостанциялары "өлі аймақ" болғандықтан оны әлі қамтамасыз ете алмайды. Бұл мәселенің шешімдерінің бірі тропосфераның гетерогенділігіне (ылғал, шаң және т.б.) радиотолқындардың таралуына байланысты горизонттың ар жағындағы байланыстың әсерін қамтамасыз ететін тропосфералық радиобайланысты қолдану болып табылады. Жұмыста Қазақстан Республикасы Қорғаныс Министрлігінің ел аумағында орналасқан радиотехникалық құралдарды пайдалану негізінде Радиоэлектроника және байланыс әскери-инженерлік институтында (РЭЖБӘИИ) тропосферада метрлік диапазондағы радиотолқындардың таралуын зерттеу үшін радиополигон ұйымдастырылғаны туралы ақпарат келтіріледі. Әр түрлі рельефтер мен тарату трассалары үшін азимуттар, қашықтықтар және радиосигналдарды қабылдау-беру пункттері анықталды. Қазақстанда радиополигонды пайдалану радиолокациялық станцияларды

(РЛС) пайдалана отырып радиофизикалық зерттеулердің келешектегі бірқатар бағыттарын дамытуға мүмкіндік береді.

**Түйінді сөздер:** интерференция, полигон, радар, стратосфера, тропосфера, радиотолқындардың тропосфералық таралуы.

**Zhumabayev B.T.<sup>1\*</sup>, Vassiliyev I.V.<sup>2</sup>, Petrovskiy V.G.<sup>3</sup>, Issabayev K.Zh.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Institute of ionosphere, Almaty, Kazakhstan;

<sup>2</sup>JSC Special Design and technology Bureau "Granite", Almaty, Kazakhstan;

<sup>3</sup>Military Engineering Institute of Radio Electronics and Communications, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: [beibit.zhu@mail.ru](mailto:beibit.zhu@mail.ru)

## **A NEW LANDFILL FOR RADIOPHYSICAL RESEARCH IN KAZAKHSTAN**

**Abstract.** Taking into account the large extent of the territory of Kazakhstan, radio communication between settlements at a distance of several hundred kilometers from each other is an urgent problem. To provide them with communication, HF and VHF radio stations are used, as well as satellite communications. During periods of ionospheric disturbance, the use of HF communications is difficult, and satellite communications are quite expensive. The most common, VHF radio stations are used only at short distances, usually at distances to the horizon line. At longer distances, HF radio communication is used, but it requires the reflection of radio signals from the ionosphere, which is possible only at small angles of reflection of radio waves. In this connection, HF radio communication is not very effective at distances between correspondents less than 300 km. This range of distances between correspondents at which VHF radio stations can no longer provide radio communication, and HF radio stations can not yet provide it because of the so-called "dead zone". One of the solutions to this problem is the use of tropospheric radio communication, which, due to the scattering of radio waves on the inhomogeneities of the troposphere (moisture, dust, etc.), can provide the effect of over-the-horizon communication. The paper provides information about the organization of a radio polygon for the study of the propagation of meter-range radio waves in the troposphere at the Military Engineering Institute of Radio Electronics and Communications (MEIREC) based on the use of radio equipment of the Ministry of Defense of the Republic of Kazakhstan stationed in the country. Azimuths, distances and points of reception and transmission of radio signals for various terrain and distribution routes are determined. The use of the radio polygon will allow developing a number of promising areas of radiophysical research in Kazakhstan using radar stations (radars).

**Key words:** interference, polygon, radar, stratosphere, troposphere, tropospheric propagation of radio waves.

### **Information about authors:**

**Beibit Tenelovich Zhumabayev** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of the Laboratory of the Ionosphere Institute. e-mail: [beibit.zhu@mail.ru](mailto:beibit.zhu@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-7882-0277>;

**Vassiliyev Ivan Veniaminovich** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Director of the department of SKTB "Granit" LLP. e-mail: [iv@granit.kz](mailto:iv@granit.kz); <https://orcid.org/0000-0003-3043-1728>;

**Petrovskiy Vassily G.** – Associate Professor of the Military Engineering Institute of Radioelectronics and Communications of the Ministry of Defense of the Republic of Kazakhstan. e-mail: [Petrovskiy17.61@mail.ru](mailto:Petrovskiy17.61@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0002-8191-0879>;

**Kaiyrtyay Zhuldzytayevich Issabayev** – Senior lecturer at the Military Engineering Institute of Radioelectronics and Communications of the Ministry of Defense of the Republic of Kazakhstan. e-mail: [rtv\\_nk@mail.ru](mailto:rtv_nk@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0001-5183-3668>.

## **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Жумабаев Б.Т. Институту ионосферы 70 лет // Журнал эволюции открытых систем. Вып.17. Т1. -2015. С.7-13.

[2] Способ определения параметров молниевых разрядов: пат.19497 РК: МПК7 G 01S 13/95 / Васильев И.В., Иманов Т.С., Козин И.Д., Проценко В.А.; заявитель и патентообладатель Товарищество с ограниченной ответственностью «Точприбор» (KZ) - № 2006/1427.1; заявл. 25.12.06; опубл. 15.05.2008, Бюл. № 5. – 146 с. 4 с.

[3] Радиоволновой способ прогнозирования землетрясений: пат.20589 РК: МПК8 G 01S 5/06, G 01V 9/00 / Адамов Т.Н., Васильев И.В., Козин И.Д., Проценко В.А., Федулina И.Н.; заявитель и патентообладатель Товарищество с ограниченной ответственностью «Специальное конструкторско-технологическое бюро «Гранит» - № 2007/1002.1; заявл. 24.07.07; опубл. 15.12.2008, Бюл. № 12. – 205 с., 5 с.

[4] Серов В.В. / (2011). Методический энергетический расчет загоризонтной линии радиосвязи. Методика энергетического расчета загоризонтной линии радиосвязи / Москва: МНИРТИ. 38с.

[5] Васильев И.В., Атыкенов О.С., Петровский В.Г., Калипанов М.М., Исабаев К.Ж. Перспективы малоканальных тропосферных станций метрового диапазона// Инфокоммуникационные технологии: Современное состояние и пути развития (10 декабря 2019 г.) Материалы международной научно-практ конф. – Алматы, Военно-инженерный институт радиоэлектроники и связи, Республика Казахстан, 2019., стр. 59-63.

[6] Жумабаев Б.Т., Исабаев К.Ж., Петровский В.Г., Ковтун А.А. Перспективы развития тропосферной станции от аналоговой до нейронных сетей// В сборнике: Актуальные проблемы современной науки и производства. материалы V Всероссийской научно-технической конференции. Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина. Рязань, 2020. С. 3-12. (eLIBRARY ID: 44393013).

[7] Богатырев Е.В. Разработка и исследование модемов помехозащищенных станций спутниковой и тропосферной связи// Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, Красноярск – 2018 <http://www.docme.ru/doc/4223751/razrabotka-i-issledovanie-modemov-pomehozashhishyonnyh-stanci>.

[8] Данные о распространении радиоволн для проектирования наземных линий связи пункта с пунктом// Справочник. Международный союз электросвязи, Издание 2008 года. [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-54-2009-OAS-PDF-R.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-54-2009-OAS-PDF-R.pdf)

[9] Стенин Ю. М. Распространение радиоволн. Конспект лекций. Казань, 2012.-40с. <https://core.ac.uk/download/197367163.pdf>

[10] Ануфриев В.А. Атмосферные флуктуации амплитуды и фазы сантиметровых и дециметровых радиоволн в затменных экспериментах на трассах спутник-спутник// Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук: 01.04.03.- Москва, 2003.-154 с.: ил. РГБ ОД, 61 03-1/1007-1 <http://www.dslib.net/radiofizika/atmosfernye-fluktuacii-amplitudy-i-fazy-santimetrovyh-i-decimetroyh-radiovoln-v.html>.

## REFERENCES

[1] Zhumabayev B.T. The Ionosphere Institute is 70 years old//Journal of the Evolution of Open Systems. Issue 17. T1. -2015. pp. 7-13.

[2] Method for determining the parameters of lightning discharges: pat. 19497 RK: МПК7 G 01S 13/95 / Vasiliev I.V., Imanov T.S., Kozin I.D., Protsenko V.A.; applicant and patent holder Limited Liability Partnership "Tochpribor" (KZ) - No. 2006/1427. 1; application 25.12.06; publ. 15.05.2008, Bul. No. 5. - 146 p. 4 p.

[3] Radio wave method of earthquake forecasting: pat.20589 RK: МПК8 G 01S 5/06, G 01V 9/00 / Adamov T.N., Vasiliev I.V., Kozin I.D., Protsenko V.A., Fedulina I.N.; applicant and patent holder Limited Liability Partnership "Special Design and Technology Bureau "Granit"-No. 2007/1002. 1; application 24.07.07; publ. 15.12.2008, Bul.No. 12. - 205 p., 5 p.

[4] Serov V.V.(2011). Methodical ehnergeticheskogo rascheta zagorizontnoj linii radiosvyazi. Method of energy calculation of over-the-horizon radio communication line/ Moscow: MNIRTI. 38p.

[5] Vasiliev I.V., Atykenov O.S., Petrovsky V.G., Kalipanov M.M., Isabaev K.Zh. Prospects of low-channel tropospheric stations of the meter range/ / Infocommunication technologies: Current state and ways of development (December 10, 2019) Materials of the International Scientific and Practical Conference- Almaty, Military Engineering Institute of Radioelectronics and Communications, Republic of Kazakhstan, 2019., pp. 59-63.

[6] Zhumabayev B.T., Isabaev K.Zh., Petrovsky V.G., Kovtun A.A. Prospects for the development of a tropospheric station from analog to neural networks// In the collection: Actual problems of modern science and production. materials of the V All-Russian Scientific and Technical Conference. Ryazan State Radio Engineering University named after V. F. Utkin. Ryazan, 2020. pp. 3-12. (eLibrary ID: 44393013).

[7] Bogatyrev E.V. Development and research of modems of jam-resistant stations of satellite and

tropospheric communication / Dissertation for the degree of candidate of technical sciences, Krasnoyarsk – 2018. <http://www.docme.su/doc/4223751/razrabotka-i-issledovanie-modemov-pomehozashhishhyonnyh-stanci>.

[8] Propagation data for point-to-point terrestrial link design / Handbook / International Telecommunication Union, 2008 Edition. [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-54-2009-OAS-PDF-R.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-54-2009-OAS-PDF-R.pdf).

[9] Stenin Yu.M. Propagation of radio waves. Lecture notes. Kazan, 2012.- 40 p. <https://core.ac.uk/download/197367163.pdf>.

[10] Anufriev V.A. Atmospheric fluctuations of the amplitude and phase of centimeter and decimeter radio waves in eclipsing experiments on satellite-satellite routes / Dissertation for the degree of candidate of physical and mathematical sciences: 01.04.03.- Moscow, 2003.-154 p.: ill. RSL OD, 61 03-1 / 1007-1. <http://www.dslib.net/radiofizika/atmosfernye-fluktuacii-amplitudy-i-fazy-santimetrovyh-i-decimetroyh-radiovoln-v.html>.

## МАХМУНЫ

### ФИЗИКА

- Жұмабаев Б.Т., Васильев И.В., Петровский В.Г., Исабаев К.Ж.**  
ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ РАДИОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕРГЕ АРНАЛҒАН ЖАҢА ПОЛИГОН.....6
- Мейірбеков М.Н., Исмаилов М.Б.**  
КӨМІРПЛАСТИКТИ ТҮТІКТЕРДІ ОРАУ ӘДІСІМЕН ЖАСАУ БОЙЫНША ЗЕРТХАНАЛЫҚ  
ҚОНДЫРҒЫНЫ ЖОБАЛАУ ЖӘНЕ ДАЙЫНДАУ.....15
- Мырзатай А.А., Рзаева Л.Г. Ускенбаева Г.А., Шукирова А.К., Абитова Г.**  
ДЕРЕКТЕР МАССИВИ КӨЛЕМІНІҢ ЖЕЛІЛІК ЖАБДЫҚТЫҢ ІСТЕН ШЫҒУЫН БОЛЖАУ  
НӘТИЖЕЛЕРІНЕ ӘСЕРІ.....28
- Таймуратова Л.У., Биғожа О.Д., Сейтмұратов А.Ж., Казбекова Б.К., Аймағанбетова З.К.**  
ЭЛЕКТРОНДАРДЫҢ ЖОЛАРАЛЫҚ АУЫСУЛАРЫНДАҒЫ КРЕМНИДІҢТЕРІС БОЙЛЫҚ  
МАГНИТКЕ ТӨЗІМДІЛІШІ.....37

### ИНФОРМАТИКА

- Байшолан Н., Тұрдалыұлы М., Байшоланова Қ.С., Кубаев Қ.Е., Тунгушбаев М.Т.**  
АҚПАРАТТЫҚ ҚАУІПСІЗДІК ОҚИҒАЛАРЫНДАҒЫ ШАБУЫЛДАРДЫ БОЛЖАУДЫ  
БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ЖӘНЕ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ.....42
- Усатова О.А., Жұмабекова А.Т., Мэтсон Э., Карюкин В.И., Глесова Б.Е.**  
АҚПАРАТТЫҚ РЕСУРСТАРҒА ТӨНЕТІН ҚАУІП ТҮРЛЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ МАШИНАЛЫҚ  
ОҚЫТУДЫ ӘДІСТЕРІН ҚОЛДАНУ АРҚЫЛЫ АНЫҚТАУ.....48
- Кожагулов Е.Т., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., Максұтова А.А.**  
ҮЙТКІЛІ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІ КӨМЕГІМЕН ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН МИКРОСҮЛБЕКТЕРДІҢ  
ЖІКТЕУШІСІ59
- Мамырбаев О.Ж., Оралбекова Д.О., Әлімхан Қ., Othman M., Жұмажанов Б.**  
АВТОМАТТЫ СӨЙЛЕУДІ ТАҢУ ҮШІН ОНЛАЙН МОДЕЛЬДЕРДІ ҚОЛДАНУ.....66
- Сейлова Н.А., Ибраев Р.Б., Горлов Л.В., Тұрдалыұлы М.**  
ҚАЛҚАН БЛОКТЫҚ СИММЕТРИЯЛЫҚ ШИФРЛАУ АЛГОРИТМІНІҢ СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС  
ТҮЙІНІНІҢ КРИПТОГРАФИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ.....73
- Ташенова Ж.М., Нурлыбаев Э.Н., Абдуғулова Ж.К., Аманжолова Ш.А.**  
ДЕРЕКТЕР ОРТАЛЫҒЫНЫҢ ЖЕЛІЛІК ИНФРАҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ҚАУІПСІЗДІК  
ЖАҒДАЙЫН БАҒАЛАУ.....81
- Шопағұлов О.А., Корячко В.П.**  
САРАПТАМА ЖҮЙЕЛЕРДІҢ БІЛІМ НЕГІЗІНДЕГІ КОНЦЕПТУАЛДЫҚ МОДЕЛЬДЕР.....92

### МАТЕМАТИКА

- Егенова Ә., Құрақбаева С., Калбаева А., Ізтаев Ж.**  
ТОЛҚЫНДАРДЫҢ ТАРАЛУЫНЫҢ ҰҚСАС СЫЗЫҚТЫ ЕМЕС МОДЕЛЬДЕРІН ҚОЛДАНА  
ОТЫРЫП, ӘРТҮРЛІ ФИЗИКАЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРДІ СИПАТТАУДЫҢ КЕЙБІР  
МӘСЕЛЕЛЕРІ.....103

<b>Ибраев А.Т.</b> ЭЛЕКТРОНДЫҚ АЙНАЛАРМЕН КАТОДТЫҚ ЛИНЗАЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ ҮШІН ДИНАМИКАЛЫҚ ҚОЗҒАЛЫСТЫҢ ӨЛШЕМ ЖҮЙЕСІН ҚҰРУ ЖӘНЕ ҚОЛДАНУ.....	114
<b>Махажанова У.Т., Исмаилова А.А., Жумаханова А.С.</b> БҰЛДЫР ЛОГИКАЛЫҚ ЕРЕЖЕЛЕРДІ ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ПРОЦЕССИНДЕ ҚОЛДАНУДЫҢ МЫСАЛЫ.....	121
<b>Сартабанов Ж.А., Айгенова Г.М., Торемуратова Г.С.</b> ДИФФЕРЕНЦИАЛДАУ ОПЕРАТОРЛЫ СЫЗЫҚТЫ КӨППЕРИОДТЫ ТЕҢДЕУЛЕР ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ӨЗАРА КЕЛТІРІМДІЛІГІ.....	128
<b>Тусупов Д.А., Муханова А.А.</b> ШЕШІМ ҚАБЫЛДАУ ПРОЦЕССИНДЕГІ ЛОГИКАЛЫҚ ЕРЕЖЕЛЕР ҚОСЫМШАСЫ.....	136



## СОДЕРЖАНИЕ

### ФИЗИКА

**Жумабаев Б.Т., Васильев И.В., Петровский В.Г., Исабаев К.Ж.**  
НОВЫЙ ПОЛИГОН ДЛЯ РАДИОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В КАЗАХСТАНЕ.....6

**Мейірбеков М.Н., Исмаилов М.Б.**  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ  
ПО ФОРМОВАНИЮ УГЛЕПЛАСТИКОВЫХ СТЕРЖНЕЙ МЕТОДОМ НАМОТКИ.....15

**Мырзатай А.А., Рзаева Л.Г., Ускенбаева Г.А., Шукирова А.К., Абитова Г.**  
ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМА МАССИВА ДАННЫХ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
ОТКАЗОВ СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....28

**Таймуратова Л.У., Биғожа О.Д., Сейтмуратов А.Ж., Казбекова Б.К., Аймаганбетова З.К.**  
ОТРИЦАТЕЛЬНОЕ ПРОДОЛЬНОЕ МАГНИТОСОПРОТИВЛЕНИЕ КРЕМНИЯ  
НА МЕЖДОЛИННЫХ ПЕРЕХОДАХ ЭЛЕКТРОНОВ.....37

### ИНФОРМАТИКА

**Байшолан Н., Турдалыулы М., Байшоланова К.С., Кубаев К.Е., Тунгушбаев М.Т.**  
ПРОГРАММНОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ АТАК  
В СОБЫТИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....42

**Жумабекова А.Т., Усатова О.А., Мэтсон Э., Карюкин В.И., Илесова Б.Е.**  
ВИДЫ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ.....48

**Кожугулов Е.Т., Жексебай Д.М., Сарманбетов С.А., МаксUTOва А.А.**  
КЛАССИФИКАТОР ИЗОБРАЖЕНИЙ МИКРОСХЕМ ПРИ ПОМОЩИ СВЕРТОЧНОЙ  
НЕЙРОННОЙ СЕТИ.....59

**Мамырбаев О.Ж., Оралбекова Д.О., Алимхан К., Othman M., Жумажанов Б.**  
РЕАЛИЗАЦИЯ ОНЛАЙНОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО  
РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ.....66

**Сейлова Н.А., Ибраев Р.Б., Горлов Л.В., Турдалыулы М.**  
КРИПТОГРАФИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕЛИНЕЙНОГО УЗЛА АЛГОРИТМА БЛОЧНОГО  
СИММЕТРИЧНОГО ШИФРОВАНИЯ QALQAN.....73

**Ташенова Ж.М., Нурлыбаев Э.Н., Абдугулова Ж.К., Аманжолова Ш.А.**  
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ  
ДАТА-ЦЕНТРА.....81

**Шопагулов О.А., Корячко В.П.**  
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ В БАЗАХ ЗНАНИЙ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ.....92

### МАТЕМАТИКА

**Егенова А., Куракбаева С., Калбаева А., Изтаев Ж.**  
НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПИСАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
С ПОМОЩЬЮ АНАЛОГИЧНЫХ НЕЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ  
ВОЛН.....103

<b>Ибраев А.Т.</b> ПОСТРОЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОТСЧЕТА ДВИЖЕНИЙ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОННЫХ ЗЕРКАЛ И КАТОДНЫХ ЛИНЗ.....	114
<b>Махажанова У.Т., Исмаилова А.А., Жумаханова А.С.</b> ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ НЕЧЕТКИХ ЛОГИЧЕСКИХ ПРАВИЛ В ПРОЦЕССАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	121
<b>Сартабанов Ж.А., Айтенова Г.М., Торемуратова Г.С.</b> ВЗАИМНАЯ ПРИВОДИМОСТЬ ЛИНЕЙНЫХ МНОГОПЕРИОДИЧЕСКИХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ С ОПЕРАТОРАМИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАНИЯ.....	128
<b>Тусупов Д.А., Муханова А.А.</b> ПРИЛОЖЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ ПРАВИЛ В ПРОЦЕССАХ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	136

## CONTENTS

### PHYSICS

<b>Zhumabayev B.T., Vassiliyev I.V., Petrovskiy V.G., Issabayev K.Zh.</b> A NEW LANDFILL FOR RADIOPHYSICAL RESEARCH IN KAZAKHSTAN.....	6
<b>Meirbekov M.N., Ismailov M.B.</b> DESIGN AND MANUFACTURE OF A LABORATORY INSTALLATION FOR FORMING CARBON FIBER RODS BY WINDING.....	15
<b>Myrzatay A.A., Rzayeva L.G., Uskenbayeva G.A., Shukirova A.K., Abitova G.</b> THE EFFECT OF THE AMOUNT OF DATA ARRAY ON THE RESULTS OF FORECASTING NETWORK EQUIPMENT FAILURES.....	28
<b>Taimuratova L.U., Bigozha O.D., Seitmuratov A.Zh., Kazbekova B.K., Aimaganbetova Z.K.</b> NEGATIVE LONGITUDINAL MAGNETORESISTANCE SILICON ON INTERLINE ELECTRON TRANSITIONS.....	37

### COMPUTER SCIENCE

<b>Baisholan N., Turdalyuly M., Baisholanova K.S., Kubayev K.E., Tungyshbayev M.T.</b> SOFTWARE AND MATHEMATICAL SUPPORT FOR ATTACK PREDICTION IN INFORMATION SECURITY EVENTS.....	42
<b>Zhumabekova A., Ussatova O., Matson E., Karyukin V., Ilessova B.</b> THE TYPES OF THREATS TO THE INFORMATION RESOURCES AND THE METHODS OF THEIR DETECTION WITH THE USE OF MACHINE LEARNING METHODS.....	48
<b>Kozhagulov Y.T., Zhexebay D.M., Sarmanbetov S.A., Maksutova A.A.</b> CLASSIFIER OF MICROCIRCUIT IMAGES USING A CONVENTIONAL NEURAL NETWORK.....	59
<b>Mamyrbayev O.Zh., Oralbekova D.O., Alimhan K., Othman M., Zhumazhanov B.</b> REALIZATION OF ONLINE SYSTEMS FOR AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION.....	66
<b>Seilova N.A., Ibrayev R.B., Gorlov L.V., Turdalyuly M.</b> CRYPTOGRAPHIC PROPERTIES OF A NONLINEAR NODE OF A BLOCK SYMMETRIC ENCRYPTION ALGORITHM QALQAN.....	73
<b>Tashenova Zh., Nurlybaeva E., Abdugulova Zh., Amanzholova Sh.</b> ASSESSMENT OF THE SECURITY STATUS OF THE COMPANY'S DATA CENTER NETWORK INFRASTRUCTURE.....	81
<b>Shopagulov O.A., Koryachko V.P.</b> CONCEPTUAL MODELS IN THE KNOWLEDGE BASES OF EXPERT SYSTEMS.....	92

### MATHEMATICS

<b>Yegenova A., Kurakbayeva S., Kalbayeva A., Iztaev Zh.</b> SOME PROBLEMS IN DESCRIBING VARIOUS PHYSICAL PROCESSES WITH SIMILAR NONLINEAR WAVE PROPAGATION MODELS.....	103
---	-----

<b>Ibrayev A.T.</b> CONSTRUCTION AND APPLICATION OF A DYNAMIC MOTION COUNTING SYSTEM FOR RESEARCHING THE PROPERTIES OF ELECTRON MIRRORS AND CATHODE LENSES.....	114
<b>Makhazhanova U.T., Ismailova A.A., Zhumakhanova A.S.</b> EXAMPLE OF APPLICATION OF FUZZY LOGICAL RULES IN DECISION-MAKING PROCESSES.....	121
<b>Sartabanov Zh.A., Aitenova G.M., Toremuratova G.S.</b> MUTUAL REDUCTION OF LINEAR MULTIPERIODIC SYSTEMS OF EQUATIONS WITH DIFFERENTIATION OPERATORS.....	128
<b>Tussupov D.A., Mukhanova A.A.</b> APPLICATION OF LOGICAL RULES IN DECISION-MAKING PROCESSES.....	136

## **Publication Ethics and Publication Malpractice in 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](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://www.nauka-nanrk.kz)**

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

**ISSN2518-1726 (Online),  
ISSN 1991-346X (Print)**

Редакторы: *М.С. Ахметова, А. Ботанқызы, Д.С. Аленов, Р.Ж. Мрзабаева*  
Верстка на компьютере *Г.Д.Жадыранова*

Подписано в печать 10.12.2021.  
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать –ризограф.  
9,5 п.л. Тираж 300. Заказ 6.