

**ФИЗИКА
PHYSICS**

УДК 621.371

Мамаев Өмүракун,
кандидат техн. наук, профессор
Мамаяев Omurakun,
candidate technical sciences, professor

Камаев Руслан Рахимжанович,
кандидат техн. наук, профессор,
заведующий лабораторией ИФ НАН КР
Kamaev Ruslan Rakhimzhanovich,
candidate technical sciences, professor,
head of the laboratory of the IF of the NAS KR

Ашымканов Көчкүн Шамиевич,
кандидат физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник ИФ НАН КР
Ashymkanov Kochkun Shamievich,
PhD in physics and mathematics,
leading researcher IF of the NAS KR

Посвящается 100-летию со дня рождения Мукана Турусбекова

**60 ЛЕТ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛАБОРАТОРИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
РАДИОВОЛН В ГОРНЫХ УСЛОВИЯХ НАН КР**

Аннотация. Обзорная статья посвящена 100-летию со дня рождения Мукана Турусбекова, первого заведующего лабораторией распространения радиоволн в горных условиях, а также первого кандидата физико-математических наук по специальности «Радиофизика». Вкратце представлены основные результаты научной и внедренческой деятельности лаборатории за 60 лет.

Ключевые слова: распространение радиоволн, дифракция радиоволн, пассивная ретрансляция радиоволн, радиоизлучение и поглощение атмосферы на миллиметровых волнах.

**КР УИАНЫН ТООЛУУ ШАРТТАРДА РАДИОТОЛКУНДАРДЫН
ТАРАЛЫШЫ ЛАБОРАТОРИЯСЫНА 60 ЖЫЛ**

Аннотация. Макала «Радиофизика» адистиги боюнча биринчи физика-математика илимдеринин кандидаты болгон Мукан Турусбековдун 100 жылдык мааракесине арналат. 60 жыл ичинде лабораториянын теориялык, эксперименталдык изилдөөлөрүнүн негизги жыйынтыктары, педагогикалык эмгектери жана пайдалуу ойлоп-табууларын байланыш тармагына иштетүүнүн натыйжалары берилди.

Негизги сөздөр: радиотолкундардын таралышы, радиотолкундардын дифракциясы, радиотолкундарды пассивдүү ретрансляциялоо, миллиметр толкундарында атмосферанын нурдануусу жана жутулушу.

60 YEARS OF THE LABORATORY OF RADIO WAVE PROPAGATION IN THE MOUNTAINS OF NAS KR

Abstract. The article is dedicated to the 100th anniversary of the birth of Mukan Turusbekov, the 1st candidate of physical and mathematical sciences with a degree in radiophysics. The main results of the scientific, pedagogical and implementation activities of the laboratory over 60 years are presented.

Key words: *propagation of radio waves, diffraction of radio waves, passive relay of radio waves, radio emission and absorption of the atmosphere by millimeter waves.*

Основателем и первым заведующим лаборатории распространения радиоволн в горных условиях был Мукан Турусбеков (рис.1.), который первым из кыргызских ученых получил ученую степень кандидата физико-математических наук, защитив 6 января 1954 года на Совете Физического Института им. П.М.Лебедева АН СССР диссертацию на тему: «Радиоизлучение Луны на волне 3 см». Оппонентами диссертационной работы были: доктор физ.-мат. наук И.С. Шкловский (астрофизик,

член-корреспондент АН СССР, лауреат Ленинской премии, основатель школы современной астрофизики), кандидат физ.-мат. наук В.С. Троицкий (Троицкий В.С. - автор работ по дистанционному зондированию Луны и других небесных тел, член-корреспондент АН СССР) и член-корреспондент АН СССР В.Л. Гинзбург. Научный руководитель диссертации доктор физ.-мат. наук, профессор С.Э. Хайкин, основоположник советской экспериментальной радиоастрономии [1].



Рис. 1. К.ф.-м.н. Турусбеков Мукан – основатель и первый заведующий лаборатории распространения радиоволн и антенн

После защиты диссертации М.Турусбеков возглавляет лабораторию распространения радиоволн и антенн в составе организованного Института физики, математики и механики АН Киргизской ССР.

В книге приказов по Институту за 1960 год, взятую из архива НАН КР [2] читаем: «...Институт физики, математики и механики АН Киргизской ССР был организован в соответствии с Постановлением ЦК КП Киргизии № 356-13/9-Б от 14 июня 1960 года «О мерах по дальнейшему развитию научной деятельности АН Киргизской ССР» на базе Отделов физики, математики и сейсмологии...». Согласно приказа №3 от 5 августа 1960 года первыми сотрудниками лаборатории стали: Бектенов Эмил Зияшович, м.н.с., Шамырканов Ыдырыс, м.н.с., Жижимов Лев Александрович, ст. лаборант, а также лаборанты – Березовский Михаил Иванович и Асанакунуов Кубат.

Первым пятилетним проектом НИР лаборатории стали научно-исследовательские работы (НИР) по теме «Исследование закономерностей распространения УКВ в горной местности». На заключительный отчет по этой НИР был получен положительный отзыв к.т.н., члена Радиосовета АН СССР Давыденко Ю.И. В целом же, за 60 лет деятельности сотрудниками лаборатории были выполнены 14 тем НИР (подробнее см. Журнал «Физика», 2010, №2). За период 1961-1978 годы были выполнены следующие работы [4-7]: 1) Теоретически и экспериментально были исследованы дифракция УКВ на горных трассах радиорелейных линий связи, а именно, решены задачи дифракции радиоволн в аналитическом виде для препятствий правильных форм (прямоугольник, круг, кольцо и щель). Получены аналитические выражения сводимые к интегралам Френеля и элементарным функциям (метод существенного сегмента) для вычисления множителя ослабления поля; 2) на основе интегральных выражений

для множителя ослабления поля за препятствиями получены инженерные формулы для расчетов дифракционного поля и определения площади конкретного пассивного ретранслятора (пассивного телевизионного ретранслятора – ПТР, отражающего пассивного ретранслятора – ОПР, зональной антенной приставки – ЗАП, зонального пассивного ретранслятора – ЗПР и фазокорректирующего отражателя – ФО); 3) на трассах радиорелейных линий связи и телевидения Кыргызстана были внедрены все типы пассивных ретрансляторов перечисленных выше и получены авторские свидетельства на изобретения.

А начиналось все в далеком 1946 году. В первые послевоенные годы группой специалистов Министерства связи Киргизской ССР, возглавляемых ныне Героем Социалистического труда Ананьевым К.Н. был поставлен эксперимент организации связи на УКВ посредством установки нескольких ретрансляционных станций на вершинах Кыргызского и Ферганского хребтов, на расстоянии 300 км, что, по сути явилось первой в Советском Союзе высокогорной радиорелейной линией, связывающей г.Фрунзе с областным центром г.Джалал-Абад. Об этом событии газета «Правда» от 14 ноября 1946 г. писала: «...между Фрунзе и Джалал-Абадом организуется телефонная и телеграфная связь с помощью четырех приемопередаточных радиостанций, работающих на ультракоротких волнах... В любое время суток и при любой погоде слышимость была отличная. Сейчас заканчивается подготовка новой линии связи для сдачи в эксплуатацию».

Спустя десять лет со дня пуска первой радиорелейной линии связи тогда еще Киргизская ССР уже была покрыта довольно широкой сетью РРЛ, при этом была задействована межреспубликанская магистраль Ташкент - Фрунзе - Алма-Ата, причем большинство станций было оснащено многоканальной отечественной радиорелейной аппаратурой. В респуб-

лике были успешно решены и другие важные народнохозяйственные задачи в области развития связи. Период времени с 1958 по 1968 гг. примечателен особенно интенсивным проникновением радиорелейных линий связи почти во все районы республики. В 1970-1978 гг. была создана единая республиканская радиорелейная и телевизионная сеть с коренной реконструкцией существующих и строительством новых линий, действующей на современной радиорелейной и телевизионной аппаратуре. Таким образом, за тридцать лет, со дня запуска первой радиорелейной линии, в Кыргызстане была построена широко разветвленная сеть радиорелейных станций, позволившая связать тогда еще г.Фрунзе практически со всеми областными и районными центрами, для обеспечения телевидением и междугородней телефонной связью.

Как ожидаемый итог - 26 июля 1978 года Ученый Совет Института физики и математики представил коллектив авторов работы на тему «Создание сети радиорелейных линий связи и телевизионного вещания в высокогорье Киргизии и ее особенности» на Государственную премию по науке и технике Киргизской ССР. Выдвижение такой работы на Госпремию означало признание заслуг связистов и работников науки Кыргызстана. Но Госпремию работа не получила.

В последующем деятельность лаборатории получила свое дальнейшее развитие.

Из информационных отчетов лаборатории [3] читаем: в 1984 году впервые в условиях высокогорья Кыргызстана были получены данные по исследованию излучения атмосферы и земного покрова в диапазоне миллиметровых волн на различных высотах (800 м, 1600 м, 3600 м,) от уровня моря и в разных климатических и географических районах.

В целом же, за период с 1984-1995 годов сотрудниками лаборатории были выполнены следующие работы: 1) для экспериментального исследования излучения и поглощения атмосферы на миллиметровых волнах совместно с ИРЭ РАН и МГТУ им.Н. Баумана была создана передвижная измерительная установка на волне 3 мм и методика измерений и калибровки [8, 14, 18-20]; 2) по радиозондовым данным аэрологической станции «Бишкек» были выполнены расчеты нисходящего излучения и вертикального поглощения атмосферы на вышеуказанных высотах; 3) по результатам обработки и анализа данных эксперимента и расчетов были получены многолетние средние значения количественных характеристик излучения и поглощения атмосферы для всех сезонов года.

В качестве примера на Рис.2 и Рис.3 показаны временные вариации поглощения атмосферы на волне 3 мм для июля и января месяцев, соответственно.

Порядок расположения кривых: верхняя кривая – данные по городу Бишкек, далее

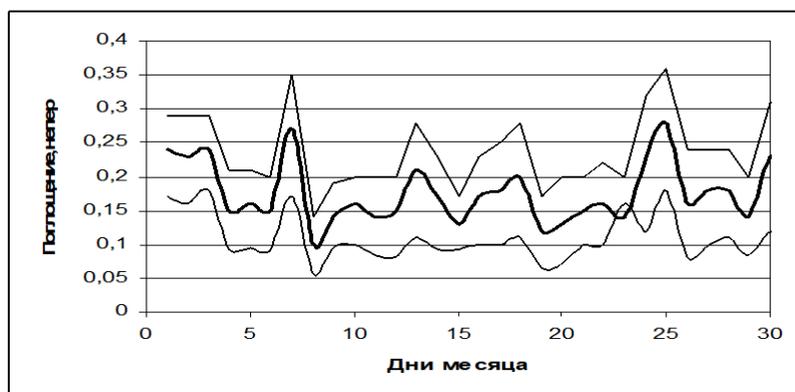


Рис.2. Временные вариации поглощения атмосферы (июль)

Чолпон-Ата и затем перевал Туя-Ашу. Видно, что амплитуда вариаций достаточно большая. Например, для высоты 0.76км максимальное значение поглощения атмосферы равно 0.36 непера, а минимальное – 0.14. Различие более чем в 3 раза. Среднее значение вариаций поглощения в Бишкеке – 0.35 непера, в Чолпон-Ате – 0.27 и на перевале Туя-Ашу – 0.17. Для зимних условий погоды поглощение атмосферы представлены на Рис.3.

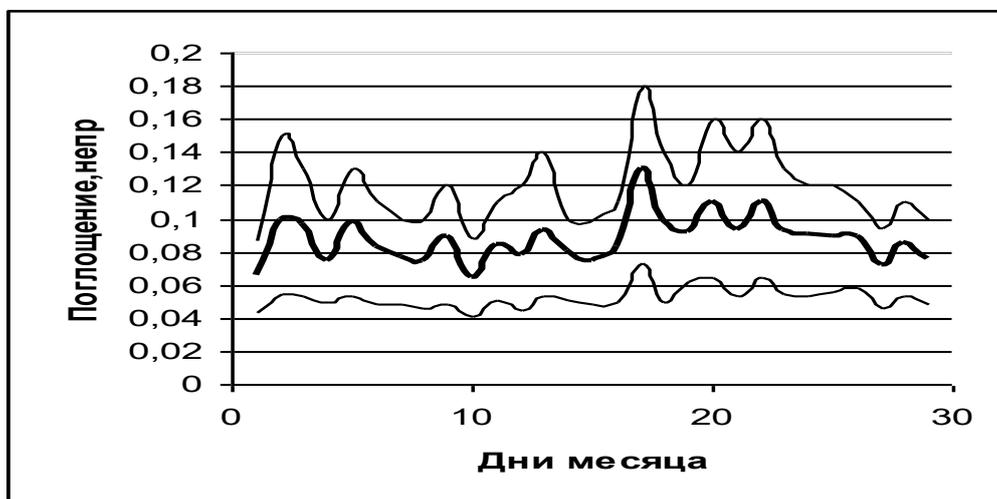


Рис.3. Временные вариации поглощения атмосферы (январь)

Видно, что зимой поглощение в газах атмосферы в 2 раза меньше чем летом. При этом максимальные значения на высоте 760 метров над уровнем моря – 0.18 непера, на высоте 1660 метров – 0.13 непера и на высоте 3050 метров – 0.073 непера. Минимальные значения соответственно: 0.087; 0.066 и 0.043.

Проведенные научно-исследовательские работы получили заслуженное признание среди ученых Советского Союза. Так в 1986 году после завершения работы 11-ой Всесоюзной школы-симпозиума по распространению *мм* и *сбмм* волн в атмосфере участниками было принято решение о создании радиофизического полигона на Иссык-Куле для более углубленного продолжения проводимых исследований. В состав учредителей вошли: РУРТ Мин.связи Киргизской ССР, ИРЭ АН СССР (г. Москва), МВТУ им. Н.Э.Баумана (г. Москва), НИИ «Сатурн» (г. Киев), ИПФ АН СССР (г. Нижний Новгород), ИФ АН Киргизской ССР. К сожалению, распад СССР не позволил претворить в жизнь это решение.

Следует отметить и другие важные научные достижения лаборатории. Так например, в лабораторных экспериментах было выявлено уникальное свойство мрамора усиливать или по крайней мере не препятствовать прохождению радиоволн при определенных его толщинах. Это давало возможность использовать данное вещество в качестве естественного фазосдвигающего материала для затенения соответствующих зон в зонных пластинках, применяемых в радиотехнике, где как известно, вследствие монохроматичности излучаемых волн выигрыш в усилении поля значительно больше чем в оптике. По результатам этих исследований была оформлена заявка на открытие в Госкомитет СССР по открытиям и изобретениям [9, 11-13, 15-17].

В 1995 году лаборатория распространения радиоволн в горных условиях была переименована в лабораторию радиофизики, а в 2018 году в лабораторию радиофизики и атмосферных процессов.

К настоящему времени, по результатам НИР лаборатории подготовлены и защищены 7 кандидатских диссертаций [4-10],

подготовлены 4 докторские диссертации [11-14], из которых защищена 1 работа (научный руководитель лаборатории Орозобаков Т.О.). Сотрудниками лаборатории опубликовано в научных журналах, в сборниках трудов конференций и в виде депонированных отчетов НИР более 420 работ, в том числе 8 монографий. Получено 4 авторских свидетельства на изобретения и 1 патент Кыргызпатента. За достижения в области радиосвязи сотрудники лаборатории были удостоены Государственной премии СССР (Орозобаков Т.О. - 1984 год) и Государственной премии Кыргызской Республики (Орозобаков Т.О.,

Камаев Р.Р. - 2004 год) по науке и технике. Научный руководитель лаборатории Токтосун Орозобаков был удостоен звания «Заслуженный деятель науки» и избран членом-корреспондентом Национальной Академии Наук Кыргызской Республики.

Сотрудниками лаборатории выполнялась большая работа по подготовке кадров в сфере высшего образования, в том числе по подготовке специалистов в КНУ им. Ж.Баласагына, КГУ им.И.Арабаева, КТУ им. И.Раззакова, КГМА им. И.Ахунбаева, ТУ «Дастан», КГУСТА им. Н.Исанова, Академии управления при Президенте Кыргызской Республики.

Литература

1. Личное дело Мукана Турусбекова, Архив НАН КР.
2. Книга приказов по Институту физики, математики и механики АН Киргизской ССР за 1960-64 гг, Архив НАН КР.
3. Информационные отчеты лаборатории распространения радиоволн за 1965-2019 гг., Архив лаборатории.
4. *Орозобаков Т.* Исследование дифракционного распространения УКВ в горной местности, диссертация кандидата технических наук. - Фрунзе. 1967.
5. *Мамаев О.* Изучение особенностей естественных и искусственных пассивных ретрансляторов УКВ диапазона в условиях высокогорья, диссертация кандидата технических наук. - Фрунзе. 1971.
6. *Байбосунов М.* Исследование возможностей усиления напряженности поля в приемной точке с помощью пассивных зональных ретрансляторов, диссертация кандидата технических наук. -Томск. 1975.
7. *Камаев Р.Р.* Методы теории радиотехнических систем в задачах анализа и расчета устройств пассивной ретрансляции УКВ, диссертация кандидата технических наук. -Томск. 1982.
8. *Ашымканов К.Ш.* Нисходящее излучение атмосферы в горных условиях в ММ диапазоне волн, диссертация кандидата физ.-мат. наук, -Москва. 1993.
9. *Капаров А.С.* Приложение оптики к задачам пассивной ретрансляции УКВ, диссертация кандидата физ.-мат. наук, -Бишкек. 1996.
10. *Орозобаков А.Т.* Радиоизлучение атмосферы Северного Кыргызстана в миллиметровом диапазоне радиоволн, диссертация кандидата физ-мат наук, - Бишкек. 2007.
11. *Турусбеков М.* Исследование закономерностей распространения и пассивной ретрансляции УКВ в горной местности. диссертация доктора технических наук, - Томск, 1973.
12. *Орозобаков Т.* Пассивная ретрансляция УКВ на горных трассах, диссертация доктора технических наук, - Томск. 1990.
13. *Камаев Р.Р.* Оптико-электрические аналогии в зоне дифракции Френеля. диссертация доктора технических наук, -Бишкек, 1996.

14. *Ашымканов К.Ш.* Распространение миллиметровых радиоволн в горных условиях. диссертация доктора физ.-мат. наук, -Бишкек, 2011.
15. *Турусбеков М.* Распространение УКВ в горной местности, Сб. трудов ИФМ АН кирг. ССР, -Фрунзе, Илим., 1971.
16. *Турусбеков М.* Дифракция и пассивная ретрансляция УКВ в горной местности. - Фрунзе., Илим.1979.
17. *Орозобаков Т., Камаев Р.Р.* Пассивная ретрансляция электромагнитных волн в горных условиях, -Фрунзе., Илим. 1984.
18. *Ашымканов К.Ш.* Радиоизлучение атмосферы Северного Кыргызстана в КВЧ диапазоне, монография, -Бишкек., Илим. 2011. 155с.
19. *Ашымканов К.Ш.* Радиотолкундардын таралышы, -Бишкек. 2013. 114с.
20. *Ашымканов К.Ш., Сагымбаев А.А.* Радиотолкундар дүйнөсүнө саякат, -Бишкек. 2019. 292с.