

«УТВЕРЖДАЮ»  
Ректор Таджикского национального  
университета, профессор  
Хушвахтзода К.Х.  
« 4 » 2022г.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

расширенного Ученого совета физического факультета Таджикского национального Университета по диссертации Латиповой Сарвиноз Зикуллоевны на тему «Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир- XXI»

Диссертация Латиповой Сарвиноз на тему «Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир- XXI» была выполнена на кафедре ядерной физики Таджикского национального университета совместно с НИИЯФ МГУ им Д.В Скобельцына МГУ имени М.В Ломоносова.

Латипова Сарвиноз в 2012 г. с отличием окончила Таджикский национальный университет по специальности «Физик. Преподаватель». С 2013 года работает ассистентом кафедры ядерной физики.

В 2013 поступила в аспирантуру на кафедры ядерной физики физического факультета Таджикского национального университета по специальности «01.04.16-Физика атомного ядра и элементарных частиц» и в 2017 году окончила аспирантуру.

После окончания аспирантуры в том же году стала работать ассистентом кафедры ядерной физики.

**Научный руководитель:** докт. физ.-мат. наук, доцент, профессор Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, кафедры физики космоса физического факультета МГУ- **Галкин Владимир Игоревич.**

**По результатам рассмотрения диссертации** «Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир- XXI», принято следующее заключение:

**Оценка выполненной работы.** Диссертация Латиповой Сарвиноз на тему «Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир- XXI» представляет собой законченное квалификационное исследование, в котором поставленная цель работы достигнута, задачи решены в соответствии с выбранной методикой, выводы и решения обоснованы.

**Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации.** Личный вклад соискателя заключается в поиске и анализе литературных данных по выбранной теме, подготовке модельных расчётов и проведения моделирования, обработке полученных результатов, их обсуждении и подготовке материалов к публикации.

**Степень достоверности результатов проведенных исследований.** В отличие от других установок на установке Памир - XXI обеспечивается одновременная регистрация трех основных компонентов ШАЛ. Результаты



моделирования данных сопоставлялись с результатами, полученными на других аналогичных установках, а также проводились публикации по данной тематике.

Обозначенный автором в процессе исследования объект и предмет научных исследований позволяет осуществлять решение поставленных задач с достаточной степенью аргументации.

**Научная новизна** исследования заключается в том, что впервые:

1. **Проведены** аппроксимации фронта и поперечного распределения черенковского света широких атмосферных ливней от различных ядер с энергией 1-100 ПэВ для установки Памир - XXI.

Выбран вид аппроксимирующих функций для фронта и ФПР ЧС ШАЛ.

2. **Создан** алгоритм аппроксимации и анализа ошибок для оценки первичной энергии, положения оси, направления прихода и расчетные модели для черенковского фронта и поперечного распределения черенковского света ШАЛ от разных первичных ядер.

3. **Проведены** процедура оценки направления прихода ШАЛ и положение оси первичной частицы.

4. **Определены** ошибки оценки направления ШАЛ для вертикальных и наклонных ливней по пространственно-временному распределению черенковского света (ЧС).

5. **Разработана** процедура оценки направления прихода ШАЛ и положение оси первичной частицы, проведена минимизация.

6. **Разработана** процедура оценки энергии ШАЛ по интегралу ЧС и введены поправки к оценкам энергии для проскочивших ливней по крутизне ФПР ЧС.

**Цели и задачи исследования.** Целью диссертационного исследования заключается в определении первичных параметров космических лучей сверхвысоких энергий.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Создания алгоритма оценки первичного направления для расчетных моделей фронта и поперечного распределения черенковского света ШАЛ от разных первичных ядер.

2. Оценка энергетического спектра первичного космического излучения (ПКИ) при энергиях выше  $10^{15}$  эВ (1ПэВ).

3. Определение точности оценки направления прихода и положение оси первичной частицы (с ошибкой не более 0,1 градуса дуги и 1,5м) с энергии 1-100 ПэВ.

4. Создание установки, способной решить проблему энергетического спектра ПКИ в диапазоне энергий  $10^{15}$ - $10^{18}$  эВ с использованием характеристик ЧС ШАЛ:

**Теоретическая ценность исследования.**

1. Планируется существенно продвинуть вперед решение обеих классических задач, поставленные перед установками ШАЛ (и проблемы модели взаимодействия) на основе новых подходов, в рамках проекта Памир-XXI.

2. Настоящая работа не касается адронных исследований в стволах ШАЛ. Она рассматривает возможности решения традиционных астрофизических задач: изучения энергетического спектра и массового состава ПКИ и регистрации  $\gamma$ -квантов сверхвысокой энергии как от точечных, так и от диффузных источ-



ников. Наша логика решения этих задач несколько отличается от используемой в прошлых и настоящих экспериментах.

3. Ставится задача, создать набор черенковских детекторов, оптимизированные для решения проблемы оценки массы/типа первичной частицы.

4. Предлагаемый вариант оптической части установки будет анализировать импульсы (пространственно-временное распределение) ЧС и угловые черенковские образы (пространственно-угловое распределение ЧС) и для этого будет включать широкую сеть быстрых оптических детекторов и несколько широкоугольных телескопов.

**Практическая ценность исследования.** Конкретная задача работы заключается в создании установки для регистрации широких атмосферных ливней (ШАЛ), которая может решить одну из классических задач физики космических лучей, а именно, получить энергетический спектр и массовый состав первичных космических лучей (ПКЛ) сверхвысоких энергий, важные с точки зрения астрофизики частиц сверхвысоких энергий.

**Соответствие паспорту научной специальности.** Диссертация соответствует следующим пунктам паспорта специальности 01.04.01 - Приборы и методы экспериментальной физики.

**Формула специальности:**

Приборы и методы экспериментальной физики – область науки и техники, включающая экспериментальные и теоретические исследования, направленные на разработку новых принципов и методов физических измерений, а также на создание новых приборов и устройств для изучения физических явлений и процессов.

**Области исследований:**

1. Изучение физических явлений и процессов, которые могут быть использованы для создания принципиально новых приборов и методов экспериментальной физики.
2. Разработка новых принципов и методов измерений физических величин, основанных на современных достижениях в различных областях физики и позволяющих существенно увеличить точность, чувствительность и быстродействие измерений. Разработка и создание научной аппаратуры и приборов для экспериментальных исследований в различных областях физики.
3. Развитие квантовой теории измерений.
4. Исследование фундаментальных ограничений на точность измерений.
5. Разработка и создание экспериментальных установок для проведения экспериментальных исследований в различных областях физики.
6. Разработка и создание новых приборов и аппаратурных комплексов для исследований в области астрономии и астрофизики.
7. Разработка и создание средств автоматизации физического эксперимента.
8. Разработка методов математической обработки экспериментальных результатов. Моделирование физических явлений и процессов.

**Опубликованные результаты диссертации.** Материалы диссертационной работы опубликованы в 7 научных изданиях, в том числе из них 4 статьей в реферируемых журналах ВАК РФ, 12 тезисов и докладов в материалах международных и республиканских научных конференций.



## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК при Президенте Республики Таджикистан.

[1- А]. **Латипова С. З.** Аппроксимации фронта и поперечного распределения черенковского света широких атмосферных ливней от различных ядер с энергией 1 ПэВ на высоте 4250м над уровнем моря [Текст] / Латипова С. З. // Вестник ТНУ-2013. Серия естественных наук. Стр-206.

[2- А]. **Латипова С. З.** Аппроксимации фронта и поперечного распределения черенковского света широких атмосферных ливней от различных ядер с энергией 10 ПэВ для 30-события, на высоте 4250м над уровнем моря [Текст] / Латипова С. З. // 3<sup>rd</sup> international cosmic rays workshop ICRW-2013, Душанбе 2013.

[3- А]. **Латипова С. З.** Fundamentals of Cherenkov technique for "Pamir-XXI" Detector Array.А [Текст] / A S Borisov, V I Galkin and S Z Latipova //CERN-2014

[4- А]. **Латипова С. З.** Метод определения параметров первичной частицы широкого атмосферного ливня высокогорной установкой [Текст] / В. И. Галкин , А. С. Борисов , Р. Бахромзод , В. В. Батраев , С. З. Латипова , А. Р. Мукумов . // ВМУ. Серия 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 2018. No 2. (English version: Moscow University Physics Bulletin. 2018. 72, No. 2. Pp. 179–186).

[5-А]. **Латипова С. З.** Поперечное распределение черенковского света широких атмосферных ливней от различных ядер с энергией 1 ПэВ на высоте 4250м над уровнем моря [Текст] / Латипова, С.З. / Latipova, S.Z.<sup>1</sup>, Галкин, В.И. / Galkin, V.I.<sup>2</sup>, Шозиёев, Г.П. /Shoziyoyev, G.P.<sup>3</sup> // Вестник Филиала Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в городе Душанбе. 2017 (3):69-75.

[6- А]. **Латипова С. З.** Оценка энергии широких атмосферных ливней оптической частью высокогорной установки [Текст] / В. И. Галкин, С. З. Латипова, // Учёные записки физического факультета Московского Университета - 3, 2030203 (2020).

[7- А]. **Латипова С. З.** Процедура определения положения и направления оси ШАЛ сетью быстрых оптических детекторов ПАМИР-XXI [Текст] / В. И. Галкин, С. З. Латипова // Вестник ТНУ-серия естественных наук №3, 2022 С-224-238.

### Публикации в материалах научных конференций

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на международных школах и конференциях.

[1- А]. **Латипова С. З.** Аппроксимации фронта и поперечного распределения черенковского света широких атмосферных ливней от различных ядер с энергией 10 ПэВ для 30-события, на высоте 4250м над уровнем моря [Текст] / Латипова С. З. // 3<sup>rd</sup> international cosmic rays workshop ICRW-2013, Душанбе 2013.

[2- А]. **Латипова С. З.** Международная школа «Микромир и макромир» - Москва 2012 и 2013.

[3- А]. **Латипова С. З.** Республиканская конференция по ядерно - физическим методам анализа состава биологических, геологических, химических и медицинских объектов Душанбе -2014.



- [4- А]. **Латипова С. З.** Международная школа молодых ученых стран СНГ «Смежные проблемы физики и астрофизики частиц сверхвысоких энергии» Душанбе-2014.
- [5- А]. **Латипова С. З.** EAS primary particle parameter estimation with the complex Pamir-XXI detector array [Текст] / V.I. Galkin, A.S. Borisov, R. Bakhromzod, V.V. Batraev, S. Latipova, and A. Muqumov //EPJ Web of Conferences 145, 15004 (2017) DOI: 10.1051/epjconf/201714515004 ISVHECRI 2016.
- [6- А]. **Латипова С. З.** Определение энергии ШАЛ по черенковскому свету для протонов с энергией 1ПэВ на высоте 4250м над уровнем моря [Текст] // Международная школа молодых ученых стран СНГ. Алматы (Казахстан), 24 - 30 сентября 2017 года.
- [7- А]. **Латипова С. З.** Методы обработки проскочивших ливней [Текст] // Международная школа молодых ученых стран СНГ. Алматы (Казахстан), 2018 года.
- [8- А]. **Латипова С. З.** Approximations of the front and lateral distribution of EAS Cherenkov light from various nuclei of energy of 1 PeV at the altitude of 4250m above sea level [Текст] // Cambridge Central Asia Forum"- Астана (Казахстан), 23.04.2018 - 25.04.2018 проект GCRF COMPASS.
- [9- А]. **Латипова С. З.** Оценка энергии проскочивших ливней [Текст] // 16-ая Курчатовская, междисциплинарная молодёжная научная школа. Москва — 6-9-11.2018.
- [10- А]. **Латипова С. З.** Международная школа молодых ученых стран СНГ. Иссык-кул (Киргизия), - 17-22 сентября 2019 года.
- [11- А]. **Латипова С. З.** Онлайн конференция по темам Международного научно-исследовательского центра “Памир-Чакалтая”. 27-феврвля – 10-марта 2021г.

#### ПОСТАНОВИЛИ:

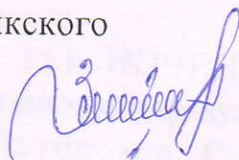
1. Диссертация Латиповой Сарвиноз на тему «Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир- XXI» обобщает самостоятельные исследования автора и является завершённым научным трудом, выполненным на актуальную тему и отвечающим требованиям, предъявляемым ВАК при Президенте Республики Таджикистан к диссертационным работам на соисканию учёной степени физико–математических наук.
  2. Утвердить решение Ученого совета и рекомендовать диссертационную работу Латиповой Сарвиноз на тему «Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир- XXI», представленной на соискание ученой степени кандидата физико - математических наук, по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики в объединённый Диссертационный совет 6D060401 при физико-техническом институте НАН РТ им. С Умарова и Таджикского национального университета, для защиты.
- При голосовании по данному вопросу в общей численности присутствовали на заседании 21 человек. Результаты голосования:



за -21, против – нет, воздержавшихся - нет

Заключение принято на расширенном заседании Ученого Совета физического факультета Таджикского национального университета, от 29 октября 2022 г., пр. №02.

Председатель Ученого Совета  
Физического факультета Таджикского  
национального университета  
к.ф.-м.н., доцент



Кодирзода З.А.

Секретарь Ученого Совета  
к.ф.-м.н., доцент



Акобирова А.Т.

Эксперты  
д.ф.-м.н., профессор  
кафедры вычислительные  
машины, системы и сети ТНУ



Джураев Х.Ш

к.ф.-м.н.,  
декан естественнонаучного  
факультета РТСУ



Махмадбегов Р.С.

Подписи Кодирзода З.А., Акобировой А.Т., Джураев Х.Ш и Махмадбегов Р.С.  
подтверждаю:

Начальник управление кадров  
и спецчасти ТНУ



Тавкиев Э.Ш.