

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

экспертной комиссии, созданной решением объединенного диссертационного совета 6D.KOA-055 при Физико-техническом институте имени С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана (Протокол № 3 от 30.03.2023г.) в составе: председателя экспертной комиссии – д.ф.-м.н., профессора, академика НАНТ Фархода Рахими; членов комиссии: д.ф.-м.н., профессора Д.М. Акдодова – к.ф.-м.н., доцента Ф. Холмуродова, по диссертационной работе Латиповой Сарвиноз Зикуллоевны на тему «Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир-XXI», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 - Приборы и методы экспериментальной физики.

Рассмотрев диссертационную работу Латиповой С.З. на тему «**Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир-XXI**», на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 - Приборы и методы экспериментальной физики, экспертная комиссия объединенного диссертационного совета 6D.KOA-055 при Физико-техническом институте имени С.У. Умарова Национальной академии наук Таджикистана представляет следующее **заключение**:

Представленная диссертационная работа соответствует формуле специальности 01.04.01 - Приборы и методы экспериментальной физики, в частности пунктах 1, 2 и 8:

п.1: было изучено пространственно-временное и пространственно-угловое распределение черенковского света широких атмосферных ливней от первичных протонов и других ядер в диапазоне энергий 1-100 ПэВ;

п.2: была предложена новая методика для гибридной установки, предназначенной для регистрации черенковского света, которая позволяет определять первичные параметры ШАЛ (первичная энергия E_0 , направление прихода Θ , положение оси x_0 и y_0);

п. 8: проводилось моделирование развития ШАЛ в атмосфере на уровне наблюдения 4250 м над уровнем моря.

Актуальность и необходимость проведения исследований по теме диссертации. На первом заседании Совета по науке, образованию и инновациям при Президенте Республики Таджикистан, Президентом Республики Таджикистан Эмомали Рахмоном была принята Программа «Изучение точных, естественных и математических наук, рассчитанная на 2020-2040 годы».

29 августа 2008 г. между Правительством Республики Таджикистан и Правительством Российской Федерации было подписано Соглашение о создании и деятельности Международного научно-исследовательского центра «Памир-Чакалтай». В рамках деятельности этого центра предполагалось строительство новой, большой гибридной установки – «Памир-XXI». Проект «Памир-XXI» планировался как комплексное исследование первичного космического излучения (ПКИ) в широком диапазоне энергий $3 \cdot 10^{12}$ эВ – 10^{18} эВ и характеристик ядерного взаимодействия, недоступных для изучения на ускорителях. Большая высота наблюдения (4250-4260 м над уровнем моря) даёт определенные преимущества для решения астрофизических задач: изучения энергетического спектра и массового состава ПКИ и регистрации γ -квантов сверхвысокой энергии как от точечных, так и от диффузных источников.

Одной из актуальных проблем астрофизики является вопрос о происхождении космических лучей сверхвысоких энергий. Задачи определение параметров первичных частиц, такие как первичная энергия, тип частицы, массы, направления прихода и положение оси являются фундаментальными задачами физики и астрофизики частиц сверхвысоких энергий. Именно знание этих параметров существенно для большинства астрофизических задач, решаемых методом ШАЛ. Эти классические задачи определения энергетического спектра, массового состава и, может быть, исследование анизотропии для самых энергичных событий.

В отмеченном аспекте определение в качестве **основной цели диссертационной работы** заключается в решение проблемы первичных параметров, решить одну из классических задач физики космических лучей, а именно, получить энергетический спектр и определить первичные направление первичных космических лучей (ПКЛ) сверхвысоких энергий, важные с точки зрения астрофизики частиц сверхвысоких энергий.

По мнению экспертов в качестве **научной новизны** диссертационной работы можно выделить следующие впервые полученные результаты:

1. Проведена аппроксимация 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. **Проведена** 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.

Теоретическая значимость работы:

1. Планируется существенно продвинуть вперед решение обеих классических задач, поставленных 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 γ -квантов сверхвысокой энергии как от точечных, так и от диффузных источников. Наша логика решения этих задач несколько отличается от используемой в прошлых и настоящих экспериментах.
3. Ставится задача, создать набор черенковских детекторов, оптимизированный 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 значимость работы. Конкретная задача работы заключается в формулировке общих черт конструкции и демонстрации возможностей 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.

На защиту выносятся следующие результаты научной деятельности:

1. Аппроксимации фронта и поперечного распределения черенковского света широких атмосферных ливней от различных ядер с энергией 1 и 100 ПэВ.

2. Создание алгоритма оценки первичного направления и положения оси ливня для ШАЛ от разных первичных ядер по данным распределенной сети быстрых оптических детекторов.

3. Оценки направления прихода первичной частицы и положение оси ШАЛ с помощью сети быстрых оптических детекторов «Памир-XXI», оценки соответствующих ошибок.

4. Процедура оценки энергии ШАЛ по интегралу ЧС

5. Поправки к оценкам энергии для проскочивших ливней по крутизне ФПР ЧС.

В диссертации имеются некоторые недостатки и упущения стилистического и технического характера, типа - фрагментарность текста изложения (не соблюдение последовательности перехода и логической связи) и повторяемость некоторых предложений, слишком большой текст обзорной части и т. д.

Однако вышеперечисленные недостатки не снижают научную значимость полученных в диссертации результатов. В целом диссертационная работа представляет завершённую научную работу по конкретной актуальной теме с конкретными результатами, которые имеют большое научно-практическое значение.

Объекты исследования (различные характеристики черенковского света ШАЛ) и методы исследования, использованные в диссертации, являются характерными для экспериментальной физики, физики космических лучей и физики космических лучей сверхвысоких энергий. В связи с этим диссертационная работа **Латиповой Сарвиноз Зикуллоевны** на тему **«Оценка энергии и направления первичной частицы по образу широкого атмосферного ливня в оптических детекторах установки Памир-XXI»**, вполне соответствует паспорту специальности 01.04.01 - Приборы и методы экспериментальной физики и может быть принята к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по указанной специальности в объединённом диссертационном совете 6D.KOA-055.

Оригинальность содержания диссертации составляет 79,26% от общего объема текста, цитирование оформлено корректно. Заимствованного материала, использованного в диссертации, без ссылок на авторов, не обнаружено. Опубликованных научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов, не выявлено.

Представленная диссертационная работа представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на высоком научном уровне, в которой изложены новые результаты по разработке новых методов регистра-

ции черенковских фотонов широких атмосферных ливней от первичных протонов и других ядер.

По мнению экспертной комиссии члены объединенного диссертационного совета 6D.KOA-055 д.ф.-м.н., академик Ф. Рахими, д.ф.-м.н., профессор Махсудов Б.И., д.ф.-м.н., профессор Акдодов Д. М., к.т.н., Баротов Б.Б., и к.ф.-м.н. Холмуродов Ф. являются специалистами по профилю рассматриваемой диссертационной работы.

Экспертная комиссия предлагает в качестве **официальных оппонентов** назначить следующих учёных, известных специалистов в данной области:

Мадвалиев Умархон – д.ф.-м.н., профессор, чл. корр. НАНТ, президент Ассоциации возобновляемых источников энергии Таджикистана, генеральный директор ОАО “Системаавтоматика” г. Душанбе.

Олимов Хусниддин Косимович – д.ф.-м.н., профессор, директор Физико-технического института НПО «Физика Солнце» Академии наук Республики Узбекистан.

В качестве **ведущей организации** рекомендует **Казахского Национального Университета имени аль-Фараби**.

Председатель комиссии:
Президент НАНТ, д.ф.-м.н.,
профессор, академик НАНТ



Ф. Рахими

Члены комиссии:
Зав. кафедрой общей физики
физического факультета ТНУ
д. ф.-м. н., профессор

Д. М. Акдодов

Зам. директора по научно-учебной
работе ФТИ им. С. У. Умарова
НАНТ, к.ф.-м.н. доцент

Ф. Холмуродов

Подписи заверяю,
Ученый секретарь диссертационного совета 6D.KOA-055,
д.ф.-м.н., доцент

Д. М. Акдодов