

Отзыв научного руководителя

на диссертацию Шелепова Марка Дмитриевича

«Выделение событий от ливней высоких энергий и восстановление параметров ливней в экспериментах на первой очереди нейтринного телескопа Baikal-GVD »

Диссертационная работа М.Д. Шелепова посвящена проблеме выделения ливней заряженных частиц от взаимодействия нейтрино высоких энергий в воде озера Байкал на глубоководном нейтринном телескопе Baikal-GVD. В настоящее время эффективный объем телескопа в композиции восьми кластеров оптических модулей достигает значений $0,4 \text{ км}^3$ в регистрации нейтрино в каскадной моде с энергией ливня выше 100 ТэВ. Эксперимент направлен на решение широкого круга актуальных задач астрофизики, космологии и физики элементарных частиц – поиск локальных нейтринных источников, исследование диффузного потока нейтрино высоких энергий, поиск проявлений темной материи, поиск магнитных монополей и других гипотетических частиц.

Целью диссертационной работы М. Д. Шелепова была реализация автоматизированной калибровки измерительных каналов телескопа в режиме подводного функционирования установки и восстановление параметров выделенных ливней при обработке данных телескопа Baikal-GVD за 2019-2020 годы. Решение этих задач позволяет Байкальской коллаборации перейти к этапу оповещений (алерт) о детектировании нейтрино астрофизического происхождения и дальнейшего комплексного мульти-волнового анализа экспериментальных данных. Со всеми поставленными задачами Шелепов М.Д. успешно справился, проделав большую и полезную работу как во время зимних экспедиций на оз. Байкал, ежегодно участвуя в них с 2013 года, так и при обработке больших массивов данных регистрирующей установки. Сложность работ возрастала с добавлением в каждом сезоне числа оптических модулей в количестве 300 или 600, в зависимости от развертывания и запуска одного или двух новых кластеров. Следует особо отметить выполнение Шелеповым М.Д. значительного объема работ в период экспедиции по монтажу глубоководных корпусов

региструющей системы телескопа и высокое качество проводимых им тестов, непосредственно связанных с обеспечением стабильности работы аппаратуры нейтринного телескопа с момента запуска и набора данных.

В реализации максимально возможной автоматизации и ускорения процессов анализа и обработки большого объема регистрируемых данных Шелепов М.Д. освоил “с нуля” методы программирования и разработал программные алгоритмы измерения амплитудных и временных калибровочных коэффициентов, исследовал и учел амплитудный эффект в коррекции погрешности временной калибровки, что обеспечило точность реконструкции направления мюонных траекторий лучше одного градуса. В целом, реализуемый в настоящее время быстрый анализ калибровочных данных позволяет контролировать стабильность работы спектрометрических каналов детектора и участвовать в международной программе мульти-сигнального анализа нейтринных алертов телескопов ANTARES и IceCube, с энергиями нейтрино десятки и сотни ТэВ.

На следующем этапе исследований массива экспериментальных данных за сезон 2019-2020 г. Шелепов М.Д. анализировал симулированный отклик отдельного оптического модуля телескопа и отклик кластера в целом на черенковское излучение от прохождения электромагнитного каскада в байкальской воде. Новым результатом стала отлаженная методика подавления фоновых нисходящих атмосферных мюонов в событиях, прошедших отбор в каскадной моде с энергией выше 60 ТэВ.

Основным итогом диссертационной работы Шелепова М.Д. являются первые выделенные по данным Baikal-GVD каскадные события свыше 100 ТэВ, как кандидаты на события астрофизического происхождения.

Считаю, что научный результат, представленный Марком Дмитриевичем Шелеповым в его диссертационной работе «Выделение событий от ливней высоких энергий и восстановление параметров ливней в экспериментах на первой очереди нейтринного телескопа Baikal-GVD» является значимыми на уровне мировых

астрофизических исследований в области высоких энергий. Работа удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц .

10.08.2021.

Научный руководитель, старший научный сотрудник Лаборатории нейтринной астрофизики высоких энергий ИЯИ РАН, кандидат физико-математических наук,

Суворова О.В.

Подпись О.В. Суворовой удостоверяю.

Заместитель директора по научной работе
кандидат физ.-мат. наук

Панин А.Г.