

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.119.01  
НА БАЗЕ Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН)  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета **21.09.2017г. № 5/32**

О присуждении **Карпикову Ивану Сергеевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Моделирование и анализ данных мюонного детектора эксперимента по исследованию космических лучей ШАЛ-МГУ» по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц принята к защите 1 июня 2017 г., протокол № 4/31 диссертационным советом Д 002.119.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, 7а., приказ Министерства образования и науки России № 75/нк от 15 февраля 2013 года.

Соискатель Карпиков Иван Сергеевич 1989 года рождения. В 2013 году окончил Московский физико-технический институт (Государственный университет).

С 2013 года по 2017 год соискатель обучался в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН).

В настоящее время соискатель работает в должности младшего научного сотрудника отдела экспериментальной физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН).

Диссертация выполнена в отделе экспериментальной физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН).

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, Троицкий Сергей Вадимович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук, отдел теоретической физики, главный научный сотрудник.

**Официальные оппоненты:**

1) Деденко Леонид Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет, кафедра общей физики, профессор,

2) Ерлыкин Анатолий Дмитриевич, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н.Лебедева Российской академии наук, Лаборатория адронных взаимодействий, главный научный сотрудник

– дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера (ИКФИА) Сибирского отделения Российской академии наук, г.Якутск, – в своем положительном заключении, подписанном Правдиным М.И. (старший научный сотрудник ИКФИА СО РАН, кандидат физико-математических наук), указала, что диссертация Карпикова И.С. соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Карпиков И.С. – заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Соискатель имеет 34 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 3 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях.

Соискатель внес определяющий вклад в каждую из опубликованных работ. Материалы, составляющие содержание диссертации, изложены в работах:

- 1) Y. A. Fomin, N. N. Kalmykov, I. S. Karpikov et al. Full Monte-Carlo description of the Moscow State University Extensive Air Shower experiment. // JINST -2016. -11. -T08005. [arXiv:1607.00309 [astro-ph.HE]].
- 2) Y. A. Fomin, N. N. Kalmykov, I. S. Karpikov et al. No muon excess in extensive air showers at 100-500 PeV primary energy: EAS-MSU results // Astropart. Phys. -2017. -92. -p.1-6. [arXiv:1609.05764[astro-ph.HE]].
- 3) Y. A. Fomin, N. N. Kalmykov, I. S. Karpikov et al. Constraints on the flux of  $\sim(10^{16}-10^{17.5})\text{eV}$  cosmic photons from the EAS-MSU muon data. // Phys. Rev. D 95, 123011 (2017). [arXiv:1702.08024[astro-ph.HE]]

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: работа содержит хорошо обоснованные новые результаты и полностью отвечает всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. Критические замечания:

1) автор не останавливается на некоторых важных деталях регистрации мюонов, например, насколько точно определяется количество вещества и его состав над детектором мюонов;

2) в ходе анализа был определен постоянный массовый состав во всём изучаемом энергетическом диапазоне от  $10^{16.5}$  эВ до  $10^{17.75}$  эВ. Это предположение вызывает сомнение, так как все работающие в этом диапазоне установки (Тунка-133, KASCADE-Grande и др.) указывают на значительное укрупнение спектра при энергиях выше  $10^8$  ГэВ с переходом от тяжёлого на более лёгкий массовый состав;

3) чтобы вывод об отсутствии избытка мюонов в ШАЛ был абсолютно строгим, надо было бы отметить, что он относится к мюонам с энергией выше 10 ГэВ, так как почти все остальные установки ( Pierre Auger Observatory, ЯКУШАЛ, HiRes-MIA ) наблюдают его при энергиях мюонов порядка 1 ГэВ;

4) на рисунке 1.13 довольно много экспериментальных ливней с большим значением возраста, т.е. с высоким максимумом развития ШАЛ. В целом по всей

статистике их немного, но в области самых больших энергий их количество сравнимо с количеством искусственных ливней.

Данные замечания не снижают ценности работы и не влияют на справедливость полученных результатов.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией ученых в области физики космических лучей и астрофизики частиц, а также их многолетним опытом работы по тематике, близкой к диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- 1) построена полная модель установки ШАЛ-МГУ с использованием современных методов Монте-Карло, учитывающих отклик каждого детектора установки;
- 2) по данным ШАЛ-МГУ определен первичный состав космического излучения при энергиях в диапазоне от  $10^{16.5}$  эВ до  $10^{17.75}$  эВ;
- 3) показано, что в условиях эксперимента ШАЛ-МГУ избыток наблюдаемого числа мюонов по сравнению с моделью отсутствует;
- 4) на основе данных мюонного детектора ШАЛ-МГУ получены ограничения сверху на потоки диффузного космического гамма-излучения с энергиями более  $10^{16}$  эВ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что благодаря полному моделированию установки ШАЛ-МГУ проведено сравнение мюонных данных с результатами Монте-Карло моделирования с использованием результатов о составе первичных частиц, полученных из данных наземных детекторов. Данное исследование поможет понять причины возникновения избыточного количества мюонов в ШАЛ и улучшить модели адронных взаимодействий. Ограничения сверху на потоки диффузного космического гамма-излучения, полученные в данной работе, могут быть использованы для усовершенствования различных астрофизических моделей и для установления ограничений на модели "новой физики".

Оценка достоверности результатов: показано, что модель хорошо описывает экспериментальные данные; определенный первичный состав космического излучения при энергиях в диапазон от  $10^{16.5}$  эВ до  $10^{17.75}$  эВ согласуется с результатами других экспериментов.

Личный вклад соискателя состоит в создании библиотеки искусственных ШАЛ с помощью пакета CORSIKA и в обработке данных установки; в определении первичного состава космического излучения при энергиях в диапазоне от  $10^{16.5}$  эВ до  $10^{17.75}$  эВ; в анализе данных мюонного детектора установки с целью показать отсутствие избытка наблюдаемого числа мюонов по сравнению с предсказанным из моделирования; в получении ограничений сверху на потоки диффузного космического гамма-излучения с энергиями более  $10^{16}$  эВ.

На заседании 21 сентября 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Карпикову И.С. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за- 18, против- нет, недействительных бюллетеней -нет.

Председатель диссертационного совета Д002.119.01

д.ф.-м.н., академик РАН

В.А. Рубаков

И.о. ученого секретаря

диссертационного совета Д002.119.01

д.ф.-м.н., академик РАН

И.И. Ткачев

21.09. 2017г.

м.п.