

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 от **21.09.2017 № 6/33**

О присуждении Кузнецову Михаилу Юрьевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Поиск тяжелой темной материи методами астрофизики частиц высоких энергий» по специальности 01.04.02 — теоретическая физика, принята к защите 01.06.2017, протокол № 4/31 диссертационным советом Д002.119.01 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 Кузнецов Михаил Юрьевич 1987 года рождения. В 2010 году соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова». С 2010 года по 2014 год соискатель обучался в аспирантуре Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)».

В настоящее время соискатель работает в должности стажера-исследователя отдела теоретической физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН).

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

**Научный руководитель** – доктор физико-математических наук, Рубцов Григорий Игоревич, заместитель директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук.

**Официальные оппоненты:**

1. Рябов Владимир Алексеевич, доктор физико-математических наук, заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н.Лебедева Российской академии наук (ФИАН);

2. Шаракин Сергей Александрович, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Отдела космических наук Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына (НИИЯФ МГУ)

- дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** — Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна,

— в своем положительном заключении, подписанном кандидатом физико-математических наук, руководителем сектора Научно-экспериментального отдела физики элементарных частиц Лаборатории ядерных проблем Леонидом Григорьевичем Ткачевым, указала, что диссертация Кузнецова М.Ю. соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор — Кузнецов М.Ю. — заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 2 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях. Соискатель внес определяющий вклад во все работы, опубликованные по теме диссертации. Материалы, составляющие содержание диссертации, изложены в работах:

1. Kalashev O. K., Kuznetsov M. Yu. // *Constraining heavy decaying dark matter with the high energy gamma-ray limits* // Phys. Rev. 2016. Vol. D94, no. 6. P. 063535. arXiv:astro-ph.HE/1606.07354.
2. Kuznetsov M. Yu. // *Hadronically decaying heavy dark matter and high-energy neutrino limits* // JETP Lett. 2017. [Pisma Zh. Eksp. Teor. Fiz. 105, no.9, 533 (2017)]. arXiv:astro-ph.HE/1611.08684.
3. Kalashev O. E., Kuznetsov M. Yu. // *Heavy decaying dark matter and large-scale anisotropy of high-energy cosmic rays* // arXiv:astro-ph.HE/1704.05300.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы: диссертация М.Ю.Кузнецова «Поиск тяжелой темной материи методами астрофизики частиц высоких энергий» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком профессиональном уровне. Диссертация М.Ю.Кузнецова соответствует требованиям и критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, установленным в «Положении о порядке присуждения ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842. Критические замечания: отсутствует подробное разъяснения метода получения ограничений на время жизни темной материи, в частности, не указано, чем обусловлен выбор диапазонов масс темной материи для каждого конкретного эксперимента; не разъяснена специфика получения ограничений в случае, когда рассматриваемая величина измерена и имеет конечное значение; не рассмотрены первичные каналы распада частиц темной материи отличные от адронного канала; недостаточно разъяснена специфика применения "многокомпонентного" подхода, не использованы возможности его более глубокого применения, в частности возможность использования анизотропии и нейтринного сигнала в качестве вспомогательных инструментов для выяснения происхождения возможного фотонного сигнала; не обсуждено влияние возможного изменения величины нейтринного сигнала на ограничения, полученные с его использованием; не проведен анализ перспектив поиска сигнала распада темной материи с

помощью исследования анизотропии космических лучей за пределами гармонического анализа; анализ перспектив детектирования сигнала распада темной материи с помощью орбитальных установок по регистрации частиц ультравысоких энергий является недостаточно подробным; названия некоторых разделов не соответствует их содержанию; присутствуют синтаксические и пунктуационные ошибки, а также опечатки в формулах. Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки работы и не влияют на справедливость ее результатов.

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

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

получены наиболее сильные на сегодняшний день консервативные ограничения на время жизни темной материи, состоящей из частиц с массами  $10^7 \leq M_X \leq 10^{16}$  ГэВ, распадающихся в адроны;

показано, что интерпретация нейтрино, зарегистрированных в эксперименте IceCube, в качестве продукта адронного распада тяжелой темной материи, не поддерживается фотонными ограничениями на время ее жизни;

проведена оценка уровня чувствительности существующих и планируемых экспериментов по регистрации широких атмосферных ливней к анизотропии космических лучей, производимой адронным распадом тяжелой темной материи.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

на основании существующих моделей распада темной материи и распространения высокоэнергичных частиц — продуктов распада через межзвездную среду, реализованных в виде численных кодов, разработан самодостаточный подход к непрямому поиску сигнала распада темной материи в данных астрофизики частиц высоких энергий;

при использовании данного подхода для анализа современных наблюдательных данных получен новый набор ограничений на параметры тяжелой темной материи;

показано, что для адронных моделей распада темной материи наиболее сильные ограничения на ее время жизни следуют из анализа наблюдательных данных по поиску фотонов ультравысоких энергий;

изучена относительная эффективность исследования таких наблюдаемых величин как поток фотонов и нейтрино а также амплитуда дипольной анизотропии космических лучей сверхвысоких и ультравысоких энергий в контексте непрямого поиска тяжелой темной материи.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана стратегия совместного использования различных наблюдательных данных астрофизики частиц высоких энергий для непрямого поиска проявлений тяжелой темной материи;

определены перспективы дальнейшего поиска проявлений тяжелой темной материи в существующих и планируемых экспериментах астрофизики частиц высоких энергий, таких как Telescope Array, Pierre Auger, IceCube, Байкал, KM3NET, EUSO и др.

Оценка достоверности результатов выявила:

использованные в работе методы основаны на широко известных моделях физики частиц и космофизики;

идея базируется на сопоставлении предсказываемых проявлений распада тяжелой темной материи с современными наблюдательными данными астрофизики частиц высоких энергий;

использованы публичные и авторские программные пакеты для численного моделирования, а также общепризнанные методы проверки статистических гипотез;

установлено качественное соответствие авторских результатов результатам, полученным в независимых исследованиях по тематике диссертации.

Личный вклад соискателя состоит в том, что он получил основные результаты диссертации и внес определяющий вклад в работы, выполненные в соавторстве.

На заседании 21 сентября 2017 года диссертационный совет Д002.119.01 принял решение присудить Кузнецову М.Ю. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 5 докторов наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за - 19, 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.