

ОТЗЫВ научного руководителя
на диссертацию Кузнецова Михаила Юрьевича
«Поиск тяжелой темной материи методами
астрофизики частиц высоких энергий»,
представленную на соискание ученой степени кандидата
физико-математических наук по специальности
01.04.02 — теоретическая физика.

Одной из наиболее актуальных задач фундаментальной физики является проблема темной материи. Многочисленные астрофизические и космологические эксперименты свидетельствуют о существовании небарионной компоненты Вселенной, проявляющей себя посредством гравитационного взаимодействия. Несмотря на интенсивный поиск частиц различной природы в широком диапазоне масс, природа темной материи остается неизвестной. В последние годы значительный интерес исследователей направлен на модели тяжелой темной материи с массами частиц порядка ПэВ и выше. Частицы такой массы не могут быть обнаружены в прямых поисках из-за малости сечения взаимодействия с барионной материей. Тем не менее, если время жизни частиц тяжелой темной материи конечно, на Земле могут быть зарегистрированы продукты их распада – космические лучи, фотоны и нейтрино сверхвысоких и ультравысоких энергий. Каждая из вторичных компонент является предметом поиска в существующих и проектируемых экспериментах.

Работа М.Ю. Кузнецова посвящена поиску тяжелой темной материи в рамках многокомпонентного (multimessenger) подхода. Во второй, третьей и четвертой главах диссертации получены предсказания потока фотонов, нейтрино и анизотропии космических лучей, соответственно. Для получения таких предсказаний, М.Ю. Кузнецов выполнил моделирование распада темной материи и распространения продуктов распада во Вселенной, отдельно

рассматривая вклад Галактики и внегалактический вклад. В рамках диссертации впервые выполнено исследование трех носителей информации для рекордно широкого диапазона масс гипотетической тяжелой темной материи — от 10 ПэВ до 10^{10} ПэВ. Полученные предсказания сопоставлены с результатами современных экспериментов, в числе которых IceCube, Pierre Auger Observatory, Telescope Array, Якутская установка ШАЛ, KASCADE-Grande, KASCADE, CASA-MIA, EAS-TOР и другие. Кроме того, в диссертации использованы последние результаты поиска фотонов сверхвысоких энергий на установке ШАЛ МГУ, полученные в работе М.Ю. Кузнецова, не вошедшей в диссертацию.

Последовательная реализация многокомпонентного подхода позволяет сделать вывод о возможностях будущих экспериментов различного типа по обнаружению гипотетической тяжелой темной материи. В диссертации обсуждаются возможности регистрации фотонов от распада темной материи на планируемых расширениях установок Pierre Auger, Telescope Array (ТАx4). Рассчитана необходимая чувствительность проектируемого орбитального телескопа JEM-EUSO к анизотропии космических лучей. Показано, что поиск фотонов ультравысоких энергий представляется наиболее перспективным методом поиска тяжелой темной материи. Кроме того, в работе предложено несколько методов идентификации сигнала темной материи в случае обнаружения таких фотонов. Первый из предложенных методов – исследование нейтринного сигнала и анизотропии космических лучей в рамках многокомпонентного анализа. Другой метод – исследование анизотропии обнаруженных фотонов.

Следует отметить определяющий вклад соискателя во все работы, вошедшие в диссертацию, а также самостоятельную постановку задач третьей и четвертой глав. М.Ю. Кузнецов является сложившимся исследователем с широким кругом научных интересов, включающим в себя теорию поля, гравитацию и астрофизику частиц.

Диссертация «Поиск тяжелой темной материи методами астрофизики частиц высоких энергий» полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Кузнецов Михаил Юрьевич, безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - теоретическая физика.

18 мая 2017 г.

Заместитель директора по научной работе ИЯИ РАН,

д.ф.-м.н.

Г.И. Рубцов

Подпись Рубцова Г.И. удостоверяю.

Ученый секретарь ИЯИ РАН

А.Д. Селидовкин