

## Отзыв научного руководителя

о диссертации А. В. Сергиенко «Электрослабые и нестандартные процессы при сверхвысоких энергиях и их возможные проявления в астрофизике и космологии», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика».

Предметом исследований нового направления в физике – астрофизики элементарных частиц, зародившейся на стыке физики элементарных частиц, астрофизики и космологии и бурно развивающейся в последние десятилетия, являются элементарные процессы в экстремальных физических условиях, которые характерны для астрофизических объектов и не могут быть реализованы в наземных лабораториях. Исследования такого рода, с одной стороны, представляют интерес с концептуальной точки зрения, поскольку они открывают новые нетривиальные свойства частиц. С другой стороны, они интересны с точки зрения возможных астрофизических и космологических приложений, поскольку теоретический анализ в совокупности с имеющимися экспериментальными данными и численным моделированием астрофизических процессов позволяет изучать недоступные прямому экспериментальному исследованию фундаментальные основы строения материи, в том числе и на ранней стадии эволюции Вселенной.

Аспиранту А. В. Сергиенко в качестве темы диссертационной работы была предложена задача по исследованию процессов с участием слабо взаимодействующих частиц сверхвысоких энергий во внешней активной среде, запрещенных или сильно подавленных в стандартной модели, которые становятся возможными при выходе за рамки стандартной модели, а также их возможных проявлений в астрофизике и космологии.

В процессе работы А. В. Сергиенко были получены ответы на все поставленные вопросы. Были вычислены вероятность процесса распада нейтрино на электрон и  $W$ -бозон и средняя длина свободного пробега нейтрино ультравысоких энергий в сильном магнитном поле, определена величина порога обрезания нейтринного спектра энергий и исследована его зависимость от интенсивности магнитного поля. Исследованы низкоэнергетические проявления минимального расширения стандартной модели, основанного на кварк-лептонной симметрии типа Пати–Салама с учетом всех возможных типов фермионного смешивания во взаимодействиях лептокварков с кварками и лептонами; на основе последних экспериментальных данных по низкоэнергетическим редким процессам, запрещенным или сильно подавленным в стандартной модели, получены обновленные оценки на массу лептокварка и параметры матриц смешивания в лагранжиане взаимодействия лептокварковых токов. Изучена эволюция возмущений метрики в модели УФ-стабильной фантомной темной энергии, показано, что модель имеет тахионные нестабильности при больших длинах волн, и что так же, как и тахионные моды, возмущения метрики экспоненциально растут со временем, начиная с очень малых значений, определяемых квантовой физикой вакуумных флуктуаций, и могут стать значительными при поздних временах; получено ограничение на параметры модели, которое следует из требования, что на данный момент амплитуды возмущений метрики не слишком велики.

В целом А. В. Сергиенко выполнил всю программу запланированных исследований. В процессе работы А. В. Сергиенко был достаточно самостоятелен и инициативен, проявлял заинтересованность и необходимую настойчивость в разрешении возникавших научных вопросов, это позволило в итоге получить интересные научные результаты. Наиболее интересными результатами являются: зависимость порога обрезания нейтринного спектра энергий за счет распада нейтрино на электрон и  $W$ -бозон от напряженности внешнего магнитного поля; нижняя граница на массу лептокварка Пати-Салама, полученная с учетом третьего типа фермионного смешивания при взаимодействии лептокварков с кварками и лептонами; ограничение на параметры модели УФ-стабильной фантомной темной энергии,

полученное на основе требования не слишком больших амплитуд возмущений метрики в данный момент.

Основные из полученных результатов были представлены на XVI и XVII Международных семинарах «Кварки-2010», Коломна Московской обл., 6-12 июня 2010 г. и «Кварки-2012», Ярославль, 4-10 июня 2012 г., на Научной сессии-конференции Секции ядерной физики Отделения физических наук РАН «Физика фундаментальных взаимодействий», Москва, МИФИ, 11-16 ноября 2012 г., а также докладывались лично А. В. Сергиенко на научных семинарах в Лаборатории теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова ОИЯИ (Дубна), в Отделе теоретической физики Института ядерных исследований РАН, на Научном семинаре по гравитации и космологии им. А.Л. Зельманова в Государственном астрономическом институте им. П.К. Штернберга МГУ им. М.В. Ломоносова, на кафедре теоретической физики Ярославского госуниверситета им. П.Г. Демидова.

Результаты диссертации А. В. Сергиенко опубликованы в 6 печатных работах, в том числе 3 статьи в ведущих рецензируемых журналах: в отечественном журнале, входящем в перечень ВАК, «Теоретическая и математическая физика», и в международных журналах «Physics Letters B», «International Journal of Modern Physics A»; две работы в трудах международных конференций.

На мой взгляд, А. В. Сергиенко достаточно подготовлен для самостоятельной научной и научно-педагогической работы и имеет все основания претендовать на присвоение ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика».

Научный руководитель,  
доктор физико-математических наук,  
профессор кафедры  
теоретической физики  
ЯрГУ им. П.Г. Демидова

А.В. Кузнецов

