

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 201.002.01 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ –  
ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ»  
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «КУРЧАТОВСКИЙ  
ИНСТИТУТ» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 20 сентября 2016 г., протокол № 7.

О присуждении **Добрыниной Александре Алексеевне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Свойства массивного нейтрино в условиях замагниченной плазмы» по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика принята к защите 28 июня 2016 г., протокол № 5, диссертационным советом Д 201.002.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт Теоретической и Экспериментальной Физики» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (117218, г. Москва, ул. Большая Черемушкинская, д. 25), созданным приказом Минобрнауки РФ от 15.02.2013 № 75/нк.

Соискатель Добрынина Александра Алексеевна, 1988 года рождения, в 2012 году окончила Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова» (ЯрГУ), диплом с отличием, аспирантка Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова».

Соискатель работает начальником отдела методического сопровождения учебного процесса учебно-методического управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова».

Диссертация выполнена на кафедре теоретической физики ЯрГУ.

Научный руководитель – Пархоменко Александр Яковлевич, кандидат физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой теоретической физики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова».

Официальные оппоненты:

1. Горбунов Дмитрий Сергеевич, доктор физ.-мат. наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук;
  2. Семикоз Виктор Борисович, доктор физ.-мат. наук, заведующий отделом теоретической физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова» Российской академии наук,
- дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация, Объединенный институт ядерных исследований, в своем положительном заключении, подписанном Наумовым Вадимом Александровичем, кандидатом физ.-мат. наук, начальником сектора нейтринной физики Лаборатории теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова ОИЯИ, и Вороновым Виктором Васильевичем, доктором физ.-мат. наук, профессором, директором ЛТФ ОИЯИ, указала, что диссертация, отвечает всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, А.А. Добрынина, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 5 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, общим объемом 2,4 п.л. Работы выполнены в нераздельном соавторстве. Автор внес определяющий вклад в получение представленных результатов и подготовку публикаций.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. A.A. Dobrynina, N.V. Mikheev, and G.G. Raffelt. Radiative decay of keV-mass sterile neutrinos in a strongly magnetized plasma // Phys. Rev. D. 2014. V. 90, No. 11. P. 113015 (9 pages).

2. A.A. Dobrynina, N.V. Mikheev, and E.N. Narynskaya. Vertex function of virtual neutrino at small momentum transferred // Int. J. Mod. Phys. A. 2012. V. 27, No. 28. P. 1250167 (9 pages).

3. А.А. Добрынина, Н.В. Михеев. Собственно-энергетический оператор массивного нейтрино во внешнем магнитном поле // ЖЭТФ. 2014. Т. 145, №1. С. 65-76.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

Д.С. Горбунов – признанный эксперт в области физики элементарных частиц, астрофизики частиц сверхвысоких энергий и фундаментальных проблем эволюции Вселенной. Среди его интересов – физика за рамками Стандартной модели, в частности, теория стерильного нейтрино и ее применение в физике частиц и космологии.

В.Б. Семикоз – известный физик-теоретик, направлениями научной деятельности которого являются нейтринная астрофизика, космологические магнитные поля и лептонная асимметрия в плазме ранней Вселенной. Внес значительный вклад в изучение физики нейтрино в плазме, в частности, была изучена кинетика нейтрино в сверхплотной плазме, а также коллективные нейтринные осцилляции в сверхновых звездах.

ОИЯИ является всемирно известным научным центром фундаментальных теоретических и экспериментальных исследований в физике элементарных частиц. ОИЯИ проводит исследования в широком диапазоне научных вопросов и, в частности, близкие к теме диссертации – в области физики нейтрино.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Проанализирована вероятность радиационного распада стерильного нейтрино с учетом анизотропии дисперсии фотона в нерелятивистской плазме как в отсутствие магнитного поля, так и в случае наличия сильного магнитного поля, когда все электроны плазмы находятся на основном уровне Ландау.

Вычислена вершинная функция виртуального нейтрино, взаимодействующего с мягкими фотонами. Произведен анализ электромагнитных свойств массивного нейтрино, находящегося на массовой поверхности. Получено выражение для вакуумного магнитного момента реального нейтрино при произвольном соотношении между массами нейтрино, заряженного лептона и  $W$ -бозона. Вычислена полевая поправка к ширине распада массивного нейтрино на  $W$ -бозон и заряженный лептон.

Получено аналитическое выражение для собственно-энергетического оператора массивного нейтрино во внешнем магнитном поле произвольной напряженности вплоть до критического значения магнитного поля  $W$ -бозона при произвольном соотношении между массами нейтрино,  $W$ -бозона и заряженного лептона. На основе полученного выражения для собственно-энергетического оператора вычислена полевая поправка к магнитному моменту массивного нейтрино, а также дополнительная энергия нейтрино, возникающая во внешнем магнитном поле. Рассмотрен также предел скрещенного поля.

Тематика исследований, рассматриваемая автором в диссертационной работе, актуальна для изучения свойств и динамики астрофизических явлений, таких как взрыв сверхновой или слияние нейтронных звезд в тесной двойной системе, в которых происходит взаимодействие нейтрино с электрон-позитронной плазмой в присутствии магнитного поля. Учет данного взаимодействия может оказать существенное влияние на эволюцию и энергетику астрофизического объекта. Таким образом, актуальность темы диссертации не вызывает сомнений.

**Практическая полезность** состоит в том, что полученные результаты могут быть использованы для дальнейших теоретических исследований в области астрофизики и физики элементарных частиц, в случае когда изучаемые частицы находятся под воздействием магнитного поля и электрон-позитронной плазмы.

Также результаты, представленные в диссертации, могут быть полезны для детального численного моделирования астрофизических процессов, где могут реализоваться требуемые физические условия.

Научная новизна работы состоит в том, что в работе впервые проведено теоретическое исследование радиационного распада массивного стерильного нейтрино в условиях как чистой (без магнитного поля), так и сильно замагниченной электронной плазмы при учете изменения закона дисперсии фотона в активной среде, получены вершинная функция виртуального нейтрино, взаимодействующего с мягкими фотонами, и собственно-энергетический оператор нейтрино во внешнем магнитном поле с напряженностью вплоть до критического значения поля  $W$ -бозона.

**Теоретическая значимость** диссертационного исследования состоит в том, что в нем были получены простые аналитические выражения, описывающие радиационный распад стерильного нейтрино в астрофизических условиях, близких к реальным, получено выражение для вакуумного магнитного момента реального нейтрино при произвольном соотношении между массами нейтрино, заряженного лептона и  $W$ -бозона, а также вычислен собственно-энергетический оператор массивного нейтрино во внешнем магнитном поле произвольной напряженности.

**Достоверность результатов** автора подтверждается тем, что они согласуются с ранее известными результатами и результатами, полученными другими методами.

**Личный вклад.** Все представленные к защите результаты являются оригинальными разработками автора диссертации. По теме диссертации опубликованы статьи в ведущих международных реферируемых журналах, сделаны доклады на конференциях. Работы известны в научном сообществе и цитируются в работах других авторов (по данным SLAC SPIRES, на текущий момент имеется 6 цитирований основных публикаций автора по теме диссертации в статьях других авторов, которые уже опубликованы в реферируемых журналах).

На заседании 20 сентября 2016 г., протокол № 7, диссертационный совет принял решение присудить Добрыниной Александре Алексеевне ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек (из них 5 докторов наук по специальности защищаемой диссертации), участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета

доктор физ.-мат. наук

А.Г. Долголенко

Ученый секретарь диссертационного совета

кандидат физ.-мат. наук

В.В. Васильев

20 сентября 2016 г.