

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.023.04
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н.
ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 мая 2018 г. № 18

О присуждении Куприяновой Екатерине Александровне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Гравитационные состояния в ультрахолодных квантовых системах» по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц принята к защите 19 марта 2018 г., протокол № 17, диссертационным советом Д 002.023.04, созданным 9 ноября 2012 года приказом № 717/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д.53 (ФИАН).

Соискатель Куприянова Екатерина Александровна, 1990 года рождения, в 2012 году окончила бакалавриат Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» и получила степень бакалавра прикладных математики и физики по направлению «Прикладные математика и физика». В 2014 году окончила магистратуру Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» и получила квалификацию магистра по направлению «Прикладные математика и физика». В 2014 году поступила в очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, где продолжает обучение по настоящее время. Куприянова

Екатерина Александровна работает младшим научным сотрудником Лаборатории теоретической ядерной физики Отделения ядерной физики и астрофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Диссертация выполнена в Лаборатории теоретической ядерной физики Отделения ядерной физики и астрофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Далькаров Олег Дмитриевич, руководитель Отделения ядерной физики и астрофизики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Кербиков Борис Олегович, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт теоретической и экспериментальной физики имени А. И. Алиханова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», ведущий научный сотрудник;

Лычагин Егор Валерьевич, гражданин РФ, кандидат физико-математических наук, Международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных исследований, заместитель директора по научной работе Лаборатории Нейтронной Физики им. И. М. Франка

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д. В. Скобельцына в своем положительном заключении, подписанном Панасюком Михаилом Игоревичем, доктором физико-математических наук, профессором,

директором НИИЯФ МГУ, Крюковым Александром Павловичем, кандидатом физико-математических наук, и.о. заведующего ОТФВЭ НИИЯФ МГУ, Смоляковым Михаилом Николаевичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником ОТФВЭ НИИЯФ МГУ и утвержденном Федяниным Андреем Анатольевичем, доктором физико-математических наук, профессором, проректором МГУ им. М.В. Ломоносова, указала, что диссертация Куприяновой Е.А. является актуальной, соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а соискатель Куприянова Е.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Соискатель имеет 6 опубликованных работ по теме диссертации, из них 4 (общим объемом 36 печатных листов) опубликованы в периодических научных изданиях, включенных ВАК РФ в перечень рецензируемых научных журналов. Данные 4 работы включены в базы данных цитирования Scopus и Web of Science. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Voronin A. Yu., Nesvizhevsky V. V., Dalkarov O. D., Kupriyanova E. A., Froelich P. Resonance spectroscopy of gravitational states of antihydrogen //Hyperfine Interactions. — 2014. — Vol. 228. — Pp. 133—139; индексируется в базах данных Scopus и Web of Science. Объем 7 п.л., автором написано 7 п.л. Автором развит метод наблюдения квантовых гравитационных состояний антиводорода, основанный на резонансной спектроскопии таких состояний при помощи возбуждения переходов между состояниями под действием переменного неоднородного магнитного поля. Автором подобраны оптимальные значения градиента магнитного поля и интенсивности постоянного магнитного поля, позволяющие наблюдать переходы с наибольшей эффективностью. Автором показано, как знание

частот переходов позволит определить гравитационную массу антиводорода.

2. Baeßler S., Nesvizhevsky V. V., Pignol G., Protasov K. V., Rebreyend D., Kupriyanova E. A., Voronin A. Yu. Frequency shifts in gravitational resonance spectroscopy // *Phys. Rev. D.* — 2015. — Vol. 91. — P. 042006; индексируется в базах данных Scopus и Web of Science. Объем 16 п.л., автором написано 3,5 п.л. Автором получено аналитическое выражения для вычисления величины сдвига резонансной частоты перехода между гравитационными состояниями антиводорода, обусловленного выбранным спектроскопическим методом.
3. Voronin A. Yu., Kupriyanova E. A., Lambrecht A., Nesvizhevsky V. V., Reynaud S. Quenching of antihydrogen gravitational states by surface charges // *Journal of Physics B: Atomic, Molecular and Optical Physics.* — 2016. — Vol. 49, no. 20. — P. 205003; индексируется в базах данных Scopus и Web of Science. Объем 7 п.л., автором написано 7 п.л. Автором выполнены аналитические расчеты вероятности возможного «разрушения» квантового гравитационного состояния антиводорода под действием остаточных электрических полей от электрических зарядов, случайно распределенных по реальной поверхности.
4. Crepin P.-P., Kupriyanova E. A., Guerout R., Lambrecht A., Nesvizhevsky V. V., Reynaud S., Vasiliev S., Voronin A. Yu. Quantum reflection of antihydrogen from a liquid helium film // *EPL (Europhysics Letters).* — 2017. — Vol. 119, no. 3. — P. 33001; индексируется в базах данных Scopus и Web of Science. Объем 6 п.л., автором написано 3 п.л. Автором выполнены расчеты длины рассеяния и времени жизни атома антиводорода над проводящей поверхностью, покрытой жидким гелием.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

В отзывах доктора физико-математических наук Кербилова Б.О. и кандидата физико-математических наук Лычагина Е.В. указывается, что соискатель Куприянова Е.А. заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

На автореферат диссертации отзывов не поступало.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их высокой квалификацией, широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, вовлеченностью в крупномасштабные международные научные проекты и способностью определить научную ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Впервые предложен метод наблюдения гравитационных квантовых состояний атомов антиводорода в гравитационном поле Земли вблизи материальной поверхности при помощи возбуждения резонансных переходов между ними под действием переменного неоднородного магнитного поля или под действием вибрации поверхности. Данный метод позволит определить гравитационную массу антиводорода в эксперименте с наибольшей точностью.

Впервые проведена теоретическая оценка точности измерения гравитационной массы антиводорода в предлагаемом эксперименте с учетом различных источников ошибок: **впервые** оценена величина сдвига резонансной частоты, определяемой в эксперименте, обусловленная используемым спектроскопическим методом (воздействием переменного неоднородного магнитного поля или вибрации поверхности); **впервые** проведена оценка эффекта возможного «разрушения» квантовых гравитационных состояний под

действием остаточных электрических полей от электрических зарядов, случайно распределенных по реальной поверхности, и получена критическая величина поверхностной плотности таких зарядов, «опасная» для эксперимента. **Новыми** являются оценки влияния возможных шероховатостей реальной поверхности на положение и ширину гравитационных уровней антиводорода. Детальное изучение эффекта влияния взаимодействия с проводящей поверхностью на частоты переходов между квантовыми гравитационными состояниями антиводорода также является **новым**.

В работе **впервые** подобрана оптимальная отражающая поверхность для проведения эксперимента по исследованию гравитационных состояний антиводорода – жидкий гелий, которая позволит увеличить время жизни антиводорода в гравитационных состояниях и тем самым повысит точность эксперимента.

Результаты работы Куприяновой Е.А. оригинальны и научно обоснованы. Их **достоверность** обеспечивается детальностью проведенного исследования и сравнением результатов, полученных различными способами. Проведенные вычисления вклада динамического эффекта Штарка в сдвиг резонансной частоты и соответственно в извлекаемую из неё гравитационную массу антиводорода, а также другие результаты, проверялись сравнением аналитических и численных расчетов.

Личный вклад соискателя состоит в том, что она:

- предложила новый подход к исследованию гравитационных свойств антиводорода, основанный на спектроскопии гравитационных квантовых состояний атомов антиводорода в гравитационном поле Земли над проводящей поверхностью с помощью индуцирования резонансных переходов между состояниями под действием переменного неоднородного магнитного поля или под действием вибрации поверхности;

- провела теоретическую оценку точности измерения гравитационной массы антиводорода в планируемом эксперименте ЦЕРНа GBAR/AD-7 по исследованию поведения атомов антиводорода над материальной поверхностью в гравитационном поле Земли;

- оценила влияние эффекта сдвига резонансной частоты, обусловленного выбранным спектроскопическим методом, на точность определения гравитационной массы в эксперименте;

- провела оценку принципиальной для возможности наблюдения гравитационных состояний эффекта возможного «разрушения» гравитационных квантовых состояний антиводорода под действием остаточных электрических полей от электрических зарядов, случайно распределенных по поверхности зеркала;

- исследовала влияние вариаций электростатического потенциала проводящей поверхности, возникающих из-за шероховатостей реальной поверхности, на положение и ширину гравитационных уровней антиводорода над проводящей поверхностью;

- описала эффект влияния взаимодействия с поверхностью на частоты переходов между квантовыми гравитационными состояниями антиводорода и получила численное значение эффективного радиуса рассеяния антиводорода на проводящей поверхности;

- исследовала рассеяние антиводорода на различных поверхностях с целью поиска наилучшей поверхности для проведения экспериментов с антиводородом;

- подготовила статьи и представила доклады по итогам выполненных работ на семинарах и международных и всероссийской конференциях.

Рекомендации по использованию:

Исследование, содержащееся в диссертационной работе, является теоретической составной частью эксперимента GBAR/AD-7, реализуемого в настоящее время в ЦЕРНе. Проект GBAR нацелен на

исследование гравитационных свойств антиводорода, получение его гравитационной массы и проверку выполнения слабого принципа эквивалентности для антиводорода с высокой точностью. Его целью также является экспериментальное наблюдение гравитационных квантовых состояний атомов антиводорода и их спектроскопия.

Также результаты работы могут быть использованы для исследования особенностей взаимодействия антиводорода с материальными поверхностями.

Диссертация Куприяновой Екатерины Александровны представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям п. 9 действующего Положения о присуждении ученых степеней. На заседании 21 мая 2018 года диссертационный совет принял решение присудить Куприяновой Екатерине Александровне ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» - 19, «против» - 0, недействительных бюллетеней - 0.

Председатель диссертационного совета, академик, д.т.н.

_____ Месяц Геннадий Андреевич

Ученый секретарь диссертационного совета, д.ф.-м.н.

_____ Баранов Сергей Павлович