

Заключение диссертационного совета МГУ.013.2  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «20» сентября 2024 г. № 9  
о присуждении Кейзерову Сергею Ивановичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата  
физико-математических наук.

Диссертация «Самодействие и взаимодействие радиона с полями стандартной модели» по специальности 1.3.15 «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий» принята к защите диссертационным советом 28 июня 2024 г., протокол № 8.

Соискатель Кейзеров Сергей Иванович, 1970 года рождения. В 1994 году окончил физический факультет ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Документ, подтверждающий сдачу кандидатских экзаменов, выдан в 2023 г. ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Соискатель работает в Лаборатории электрослабых и новых взаимодействий Отдела экспериментальной физики высоких энергий НИИЯФ имени Д.В. Скобельцына МГУ имени М.В. Ломоносова в должности младшего научного сотрудника.

Диссертация выполнена в Отделе экспериментальной физики высоких энергий Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына МГУ имени М.В. Ломоносова.

Научные руководители – доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, профессор, директор НИИЯФ имени Д.В. Скобельцына МГУ имени М.В. Ломоносова, профессор физического факультета МГУ Э.Э. Боос и доктор физико-математических наук ведущий научный сотрудник Отдела теоретической физики высоких энергий НИИЯФ имени Д.В. Скобельцына МГУ имени М.В. Ломоносова И.П. Волобуев.

Официальные оппоненты:

**Киселев Александр Викторович**, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник ФГБУ «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова НИЦ Курчатовский институт»;

**Грац Юрий Владимирович**, доктор физико-математических наук, профессор, профессор Кафедры теоретической физики Физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова;

**Горбунов Дмитрий Сергеевич**, доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник Отдела теоретической физики ФГБУН «Институт

ядерных исследований РАН»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их высокой научной квалификацией в области физики высоких энергий, а также наличием публикаций в области физики высоких энергий за последние 5 лет.

На диссертацию и автореферат дополнительных отзывов не поступало.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 7 статей, все 7 опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности:

1. E. Boos, S. Keizerov, E. Rakhmetov, K. Svirina, Higgs boson-radion similarity in production processes involving off-shell fermions. *Physical Review D* 90, №9, 2014, P. 095026, DOI: 10.1103/PhysRevD.90.095026 (SJR 2022 0.315; 0.7 п.л)
2. E. Boos, S. Keizerov, E. Rakhmetov, K. Svirina, Comparison of associated Higgs boson-radion and Higgs boson pair production processes. *Physical Review D* 94, 2016, №2, P. 024047. DOI: 10.1103/PhysRevD.94. (SJR 2022 0.315; 1.1 п.л)
3. Волобуев И.П., Кейзеров С.И., Рахметов Э.Р. Нелинейные взаимодействия радиона. Теоретическая и математическая физика, МИАН (Москва), 2020, том 205, № 1, с. 84-101;  
I.P. Volobuev, S.I. Keizerov, E.R. Rakhmetov, Nonlinear radion interactions. *Theoretical and Mathematical Physics*. V. 205, 2020, P. 1318–1332. DOI: 10.1134/S0040577920100062 (SJR 2022 0.315; 1.7 п.л.)
4. И.П. Волобуев, С.И. Кейзеров, Э.Р. Рахметов, Устойчивость стабилизированной модели Рэндалл–Сундрума относительно квантовых поправок. *Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия*. 2024, 79 (2), 2420103. DOI: 10.55959/MSU0579-9392.79 (РИНЦ ИФ 0.459; 1.2 п.л)
5. E.E. Boos, S.I. Keizerov, E.R. Rakhmetov, K.S. Svirina, Similarity and differences between the radion and Higgs boson production and decay processes involving off-shell fermions. *Physics of Atomic Nuclei*, 78 (13) 2015, 1484-1488. DOI: 10.1134/S1063778815130050 (SJR 2022 0.238; 0.3 п.л.)
6. E.E. Boos, S.I. Keizerov, E.R. Rakhmetov, K.S. Svirina, Comparison of the Processes of Higgs Boson Pair Production and Associated Production of a Radion and a Higgs Boson. *Physics of Particles and Nuclei*, 48 (5) 2017, 745-747. DOI: 10.1134/S1063779617050069 (SJR 2022 0.236; 0.15 п.л.)
7. Боос Э.Э., Кейзеров С.И., Рахметов Э.Р., Свирина К.С. Сходство и некоторые различия процессов рождения и распада радиона и бозона Хиггса с участием

фермионов вне массовой поверхности. Ядерная физика и инжиниринг, НИЯУ МИФИ (Москва), 2014, том 5, № 9, с. 741-746. DOI: 10.1134/S2079562914080077 (RSCI ИФ 0,0484; 0.4 п.л.)

Во всех опубликованных работах вклад автора является основополагающим и определяющим.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований взаимодействия радиона с полями Стандартной модели получены результаты, важные для такой фундаментальной задачи современной теоретической физики, как объединение всех известных взаимодействий в одно универсальное. Продемонстрировано сходство амплитуд процессов с участием радиона и бозона Хиггса. Сходство проявляется как в древесном приближении, так и при наличии фермионных петель для многих процессов, представляющих большой научный интерес с точки зрения экспериментального изучения свойств обоих бозонов. Настоящее исследование указывает на необходимость разработки дополнительных экспериментальных методов для различения вкладов этих бозонов в сечения процессов рассеяния при изучении их свойств и параметров взаимодействий.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное научное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. В выражениях для амплитуд древесных и петлевых процессов с радионом и произвольным числом фермионных и массивных векторных полей Стандартной модели имеет место точное сокращение вкладов, обусловленных взаимодействиями, содержащими радион, фермионы и ковариантные производные калибровочных полей Стандартной модели.
2. Амплитуды процессов с рождением радиона и бозона Хиггса, несмотря на различие их лагранжианов взаимодействия с полями Стандартной модели, структурно идентичны с точностью до замены в соответствующих аналитических выражениях массы бозона Хиггса массой радиона, вакуумного среднего бозона Хиггса размерным параметром взаимодействия радиона и нормировки константы самодействия бозона Хиггса множителем, зависящим от масс радиона и бозона Хиггса.
3. Эффективный четырехмерный лагранжиан радиона в приближении четвертой степени по полю радиона и во втором порядке по обратному размерному параметру

взаимодействия радиона содержит нестандартный кинетический член и полиномиальный член потенциала самодействия четвертой степени. Коэффициенты полиномиального разложения лагранжиана по полю радиона аналитически выражаются в виде интегралов и вычисляются приближенно с помощью разложения по трем малым безразмерным комбинациям параметров модели, а кинетический член радиона приводится к стандартному виду нелинейным преобразованием поля радиона.

4. На классическом уровне у поля радиона не возникает ненулевого вакуумного среднего, то есть в вычисленном приближении истинный минимум потенциала находится в нуле.

5. В стабилизированной модели Рэндалл-Сундрума с двумя бранами эффект Казимира, вызванный наличием распространяющихся в балке между бранами гравитационного поля и поля радиона, не оказывает влияния на форму фонового решения системы уравнений Эйнштейна и уравнений движения для поля Гольдбергера-Вайза, то есть стабилизированная модель Рэндалл-Сундрума устойчива по отношению к квантовым вакуумным поправкам, приводящим к эффекту Казимира.

На заседании 20 сентября 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Кейзерову Сергею Ивановичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 11 докторов наук по специальности 1.3.15 «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий», участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя диссертационного совета  
МГУ.013.2 доцент

Ученый секретарь диссертационного совета МГУ.013.2



Д.О. Еременко

Л.И. Галанина

23.09.2024