

Заключение диссертационного совета МГУ.011.2
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «17» октября 2024 г. № 8

О присуждении Хлопунову Михаилу Юрьевичу, гражданину Российской Федерации,
ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Гравитационно-волновые эффекты в теориях с большими дополнительными измерениями» по специальности 1.3.3 — «Теоретическая физика» принята к защите диссертационным советом «10» июня 2024 г., протокол № 6.

Соискатель Хлопунов Михаил Юрьевич, 1996 года рождения, в 2024 году окончил аспирантуру физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Соискатель работает в должности стажера-исследователя в Институте теоретической и математической физики ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Диссертация выполнена на кафедре теоретической физики физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный факультет имени М.В. Ломоносова».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, профессор кафедры теоретической физики физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» Гальцов Дмитрий Владимирович.

Официальные оппоненты:

1. Алексеев Станислав Олегович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела релятивистской астрофизики Государственного астрономического института имени П.К. Штернберга ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»;
2. Ахмедов Эмиль Тофик оглы, доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой теоретической физики ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт»;
3. Иващук Владимир Дмитриевич, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их компетентностью в областях теории гравитации и ее модификаций, теории поля и дифференциальной геометрии, которым посвящена диссертация. Они являются ведущими специалистами в данных отраслях науки и имеют публикации по смежным с диссертацией темам в высокорейтинговых международных научных журналах. Список публикаций официальных оппонентов за последние пять лет был представлен диссертационному совету.

Соискатель имеет 4 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации 4 работы, из них 4 статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.3 — «теоретическая физика» и отрасли физико-математических наук.

Статьи, опубликованные в журналах Scopus, WoS:

1. Gal'tsov D. V., Khlopunov M. Synchrotron radiation in odd dimensions. // *Physical Review D*. — 2020. — Vol. 101, No. 8. — P. 084054-1–084054-14. Объем — 1,617 п.л.. Импакт-фактор WoS 2022 — 5.00 (JIF), 1.19 (JCI).
2. Khlopunov M., Gal'tsov D. V. Gravitational radiation from a binary system in odd-dimensional spacetime. // *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. — 2022. — Vol. 04. — P. 014. Объем — 4,62 п.л.. Импакт-фактор WoS 2022 — 6.40 (JIF), 1.46 (JCI).
3. Khlopunov M., Gal'tsov D. V. Leakage of gravitational waves into an extra dimension in the DGP model. // *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. — 2022. — Vol. 10. — P. 062. Объем — 3,5805 п.л.. Импакт-фактор WoS 2022 — 6.40 (JIF), 1.46 (JCI).
4. Khlopunov M. Non-local tails in radiation in odd dimensions. // *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. — 2023. — Vol. 10. — P. 019. Объем — 4,158 п.л.. Импакт-фактор WoS 2022 — 6.40 (JIF), 1.46 (JCI).

На диссертацию и автореферат дополнительных отзывов не поступило.

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 были получены новые результаты в области теории гравитационного излучения в моделях с дополнительными измерениями пространства-времени. Особо нужно отметить аналитическое исследование соискателем эффекта утечки гравитационных волн в дополнительное измерение в модели мира на бране Двали —

Габададзе — Поррати, связанного с метастабильным характером эффективного гравитона на бране. Им впервые был дан исчерпывающий анализ физических степеней свободы этой модели для случая нулевого натяжения браны и получена квадрупольная формула для мощности гравитационного излучения нерелятивистского источника на бране. Рассчитана интенсивность утечки излучения в дополнительное измерение, и оценена возможность экспериментального наблюдения данного эффекта. Автором также были исследованы нелокальные эффекты в гравитационном излучении, возникающие за счет нарушения принципа Гюйгенса в пространстве-времени нечетной размерности. Полученные результаты вносят важный вклад в развитие теоретических моделей гравитации с большими дополнительными измерениями и могут быть использованы для экспериментальной проверки этих моделей с помощью наблюдений гравитационных волн от слияний двух черных дыр и нейтронных звезд в современных и будущих гравитационно-волновых обсерваториях.

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

1. В общей теории относительности с одним бесконечным дополнительным пространственным измерением мощность гравитационного излучения нерелятивистской двойной системы, локализованной на 3-бране, задается аналогом квадрупольной формулы, зависящим от истории движения системы. Такая двойная система генерирует три дополнительные поляризации гравитационных волн в пятимерном пространстве, потенциально представляющие собой маркер присутствия дополнительных измерений. При этом одна из них доступна для регистрации наблюдателем на бране.
2. В моделях гравитации с нечетным числом дополнительных измерений пространства-времени в гравитационном излучении эллиптических двойных систем образуются нелокальные хвостовые сигналы, возникающие за счет нарушения принципа Гюйгенса в таких моделях и являющиеся характерным признаком присутствия дополнительных измерений в гравитационно-волновых сигналах от слияний двух черных дыр и нейтронных звезд.
3. В модели гравитации Двали — Габададзе — Поррати интенсивность утечки гравитационных волн в дополнительное измерение, возникающей за счет метастабильного характера гравитона в данной модели, характеризуется аналогом квадрупольной формулы для эффективной четырехмерной мощности гравитационного излучения нерелятивистского источника на бране. Данная формула позволяет оценить возможность наблюдения эффекта

утечки гравитационных волн современными наземными и будущими космическими гравитационно-волновыми обсерваториями.

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что в нем заложены основы теории гравитационного излучения в моделях с дополнительными измерениями и указаны новые физические проявления этих измерений. Значение полученных результатов для практики определяется указанием конкретных способов их наблюдения с помощью гравитационно-волновых антенн нового поколения, планируемых к развертыванию в космическом пространстве. Оценка достоверности результатов исследования основана на высокой степени согласованности новых подходов с классическими методами анализа теории поля, а также использованием современных методов аналитического и численного моделирования. Личный вклад соискателя состоит в доказательстве и формулировке всех включенных в работу утверждений, в разработке оригинальных методов анализа полевых возмущений в моделях с дополнительными измерениями, а также подготовке всех публикаций по теме исследования.

На заседании 17 октября 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Хлопунову М.Ю. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 10 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 12 человек, входящих в состав совета (дополнительно введены на разовую защиту 0 человек), проголосовали: за 10, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета МГУ.011.2

Б.И. Садовников

Ученый секретарь

диссертационного совета МГУ.011.2

П.А. Поляков

17 октября 2024 г.