

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.163.01  
НА БАЗЕ Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН)  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от **10.10.2024** г. № **17/10**

О присуждении **Ивановой Инне Дмитриевне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «**Сингулярные гиперповерхности в квадратичной гравитации**» по специальности 1.3.3 - Теоретическая физика, принята к защите 20.06.2024 г., протокол № 16/9 диссертационным советом 24.1.163.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, 7а., приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 823/нк от 20 апреля 2023 года.

Соискатель Иванова Инна Дмитриевна, 1989 года рождения. В 2011 году соискатель окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)». В 2011 году соискатель освоила программу магистратуры Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» по направлению «Прикладные математика и физика», (диплом ВМА 0115800, выданный 28 июня 2011 г.). С 26.02.2024г. была прикреплена к аспирантуре ИЯИ РАН по специальности 1.3.3.- Теоретическая физика, для сдачи кандидатских экзаменов. В настоящее время работает в должности стажера-исследователя отдела лептонов высоких энергий и нейтринной астрофизики ИЯИ РАН.

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), в отделе теоретической физики.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, Березин Виктор Александрович, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), отдел теоретической физики, старший научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

**Бронников Кирилл Александрович**, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы», Центр гравитации и фундаментальной метрологии ВНИИМС, главный научный сотрудник,

**Сушков Сергей Владимирович**, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», кафедра теории относительности и гравитации Института физики КФУ, заведующий кафедрой,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова», г. Москва - в своем положительном заключении, подписанном Гусевым Александром Сергеевичем, доктором физико-математических наук и председателем Координационного совета по астрофизике ГАИШ МГУ, Постновым Константином Александровичем, доктором физико-математических наук, профессором, директором ГАИШ МГУ, и утвержденном проректором МГУ, доктором физико-математических наук, профессором, Федяниным Андреем Анатольевичем,

указала, что работа отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Иванова Инна Дмитриевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – Теоретическая физика.

Соискатель имеет 5 работ по теме диссертации, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК.

Представленные соискателем сведения об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны. Текст опубликованных работ полностью соответствует тематике диссертации, они написаны либо при решающем участии соискателя, либо ей самостоятельно.

Список основных работ, по результатам диссертационного исследования:

1. Berezin V. A., Ivanova I. D. Lightlike singular hypersurfaces in quadratic gravity // *Int. J. Mod. Phys. D.* — 2022. — Т. 31, № 10. — С. 2250077. — DOI: 10.1142/S0218271822500778. — arXiv: 2201.09142 [gr-qc].
2. Иванова И. Д. Светоподобные сингулярные гиперповерхности в квадратичной гравитации // *Учен. зап. физ. фак-та Моск. ун-та.* — 2022. — № 1. — С. 2211501.
3. Иванова И. Д. Сферически-симметричные сингулярные гиперповерхности в конформной гравитации // *Учен. зап. физ. фак-та Моск. ун-та.* — 2022. — № 4. — С. 2241513.
4. Ivanova I. D. Spherically Symmetric Black Holes and Physical Vacuum // *PEPAN Lett.* — 2023. — Т. 20, № 3. — С. 505. — DOI: 10.1134/S1547477123030366.
5. Ivanova I. D. Null shells and double layers in quadratic gravity // *J. Phys. Conf. Ser.* — 2021. — Т. 2081, № 1. — С. 012020. — DOI: 10.1088/1742-6596/2081/1/012020.

Автореферат полно и правильно отражает содержание диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы оппонентов и ведущей организации, в которых отмечено, что диссертация обладает внутренним единством, содержит важные научные и методические результаты, имеющие большое фундаментальное значение и практическую ценность. Диссертация полностью отвечает всем требованиям к кандидатским диссертациям, предъявляемым Положением о порядке присуждения ученых степеней, утверждённым Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013г.

В отзывах оппонентов и ведущей организации были высказаны следующие критические замечания и пожелания:

1. Чтение работы было затруднено многочисленными отсылками к выводам ниже по тексту, в том числе ошибочной отсылкой на главу неправильной нумерации (отсылка на главу 6 на стр. 28).

2. Не оправдан пересказ частей из статей, не принадлежащих автору, в основном тексте диссертационной работы (например, Berezin V. A., Kuzmin V. A., Tkachev I. I. Dynamics of Bubbles in General Relativity // Phys. Rev. D. — 1987. — т. 36. — с. 2919, а также на стр. 83 о формализме построения координат для светоподобной гиперповерхности по книге Э. Пуассона); по этой причине непосредственно по тексту сложно отличить, когда заканчивается пересказ и когда начинается оригинальное изложение идей автора.

3. Заслуживает большего внимания физическая интерпретация понятий «внешнего давления» и «внешнего потока» и их связи с рождением частиц.

4. Недостаточно примеров физических ситуаций, которые могли бы характеризоваться светоподобными сингулярными гиперповерхностями.

5. Отмечено недостаточно полное сравнение методики, использованной в диссертации, с другими подходами к исследованию сингулярных гиперповерхностей. Вероятно, следовало бы уделить этому больше внимания в вводной части диссертации.

6. Хотя квадратичная гравитация Гаусса-Бонне рассматривается в диссертации, возможно, следовало бы уделить этому важному и очень интересному случаю квадратичной гравитации отдельное внимание.

7. Как известно, тонкие оболочки в общей теории относительности появляются при использовании так называемого метода «cut and paste». В частности, таким методом можно построить простые модели кротовых нор, например, применяя этот метод для двух копий вакуумных пространств Шварцшильда. Построенная кротовая нора Шварцшильда уже не является вакуумным решением ОТО, поскольку содержит материю поверхности сшивки на горловине кротовой норы. Известно, в соответствии с общими теоремами ОТО, что такая материя является экзотической, т. е. нарушающей световое энергетическое условие. Представляется интересным выяснить, возможно ли в

квадратичной гравитации построить методом сшивки кротовые норы, для которых материя на поверхности сшивки остается нормальной?

В целом, диссертация написана четким и понятным языком, но не лишена небольшого количества опечаток, орфографических и стилистических ошибок. Соискатель Иванова И.Д. ответила на заданные в ходе защиты вопросы и согласилась с замечаниями.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией оппонентов и сотрудников ведущей организации и наличием работ высокого научного уровня по близкой тематике.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Разработана новая методика, позволяющая работать с сингулярными гиперповерхностями произвольной каузальной структуры и получать поверхностные полевые уравнения непосредственно с помощью принципа наименьшего действия.

2. Для всех типов сингулярных гиперповерхностей впервые предложены критерии, определяющие, является гиперповерхность двойным слоем или тонкой оболочкой. Для времениподобного и пространственноподобного случаев критерием того, что гиперповерхность представляет из себя тонкую оболочку является отсутствие скачков в тензоре Риччи на гиперповерхности, для светоподобного – непрерывность скалярной кривизны. Из равенства нулю соответствующих скачков для любого типа гиперповерхностей автоматически следует, что «внешнее давление» и «внешний поток» равны нулю.

3. Для светоподобных гиперповерхностей впервые показано отсутствие «внешнего давления», а также выявлены возможные модификации условий Лихнеровича. Показано, что в сферически-симметричном случае условия Лихнеровича запрещают существование светоподобного двойного слоя.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1. Получены уравнения движения для сингулярной гиперповерхности произвольного типа в квадратичной гравитации и их ограничение на светоподобный и сферически-симметричный случаи.

2. Проведен сравнительный анализ сингулярных гиперповерхностей, описывающих сшивки сферически-симметричных решений конформной гравитации для времениподобного, пространственноподобного и светоподобного случаев и их аналогов в общей теории относительности.

3. Найдена физическая интерпретация для «внешнего давления» и «внешнего потока» на примере лагранжиана идеальной жидкости с переменным числом частиц.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что сингулярные гиперповерхности применяются при описании широкого класса моделей, характеризующих концентрацию материи или энергии на определенной гиперповерхности, таких как доменные стенки, браны, границы фазовых переходов, гравитационные ударные волны и прочие. Квадратичная гравитация в свою очередь используется при описании инфляции и для учета квантовых эффектов в однопетлевом приближении. Предложенная в диссертации методика вывода уравнений движения для сингулярной гиперповерхности произвольного типа, включая светоподобные, может быть эффективно применена к произвольной теории гравитации.

Оценка достоверности результатов показала, что результаты диссертации получены с использованием методов дифференциальной геометрии, уравнений в частных производных и вариационного исчисления. Полученные соискателем выводы согласуются по ряду результатов с работами мирового уровня других исследователей. Основные результаты диссертации прошли апробацию на научных конференциях и семинарах, в том числе международных. Таким образом, результаты диссертации обоснованы и достоверны.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все представленные в диссертации результаты получены автором лично. Вклад соискателя во всех опубликованных работах по теме диссертации был определяющим.

На заседании 10 октября 2024 года диссертационный совет принял решение присудить Ивановой Инне Дмитриевне ученую степень кандидата

физико-математических наук за вклад в разработку теоретического описания сингулярных гиперповерхностей в квадратичной гравитации и исследование их связи с аналогами в общей теории относительности.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **22** человек, из них **4** доктора наук по специальности 1.3.3 – Теоретическая физика, участвовавших в заседании, из **27** человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту **0** человек, проголосовали: за – **22**, против – **0**, недействительных бюллетеней – **0**.

Председатель

диссертационного совета 24.1.163.01

доктор техн. наук, чл.-корр. РАН

\_\_\_\_\_ Кравчук Л.В.

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.1.163.01

кандидат физ.-мат. наук

\_\_\_\_\_ Демидов С.В.

10.10.2024 г.

М.П.