

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук Емцовой Елены Дмитриевны
на тему «Исследование свойств телепараллельной гравитации»
по специальностям 1.3.1. Физика космоса, астрономия
и 1.3.3. Теоретическая физика

Рассматриваемая диссертация посвящена исследованию свойств моделей телепараллельной гравитации альтернативных общей теории относительности. Данная тематика является **актуальной**, исследования по ней осуществляются в ведущих научных центрах во всем мире. Актуальность обусловлена проблемами стандартной общей теории относительности (ОТО) и космологии. В первую очередь, нам до сих пор не удалось построить квантовую версию ОТО, что может быть обусловлено неадекватным выбором переменных и неполным учетом связей, обусловленных симметриями теории. Во-вторых, в настоящее время очень популярны модели модифицированной гравитации, которые позволяют реализовать приемлемые космологические решения, решить проблемы темной энергии и темной материи. Среди множества альтернативных ОТО моделей выделены модели телепараллельной гравитации, в которых ОТО и её обобщения переформулируется на элегантном языке тетрадного формализма. При том, что исследование таких моделей начато довольно давно, остается немало нерешенных вопросов. В данной диссертации представлено существенное продвижение в теоретическом изучении свойств этих моделей и, что очень важно, начата проверка их феноменологических проявлений.

Материалы диссертации своевременно опубликованы в высокорейтинговых международных научных журналах, статьи в которых рецензируются ведущими специалистами в области тематики диссертации, что подтверждает высокий научный уровень и новизну полученных

результатов. Материалы исследований также докладывались и обсуждались на представительных международных конференциях и публиковались в трудах этих научных мероприятий. Уже сейчас на статьи по материалам диссертации имеется заметное количество ссылок, что говорит о востребованности полученных результатов научным сообществом.

Таким образом, **актуальность и значимость** темы диссертационной работы обусловлены важностью изучения модифицированных теорий гравитации в поисках решения фундаментальных физических проблем. Диссертация представляет собой завершённое научное исследование, дающее значительные новые результаты в области теории гравитации. Полученные в диссертации результаты и развитые в ней методы могут быть использованы при проведении дальнейших теоретических исследований в ГАИШ МГУ, ИЯИ РАН (Москва), ОИЯИ (Дубна) и в других российских и зарубежных научных центрах. **Новизна результатов** диссертации заключается в том, что разработан оригинальный метод нахождения сохраняющихся токов и зарядов в моделях телепараллельной гравитации. При этом обобщена процедура «выключения гравитации», позволяющая выделить адекватные динамические переменные. С помощью этого метода получены новые решения для сохраняющихся токов, зарядов и суперпотенциалов в таких теориях.

Обоснованность полученных результатов обусловлена тем, что при выполнении программы исследований применялись современные широко апробированные при решении других задач теоретические подходы. **Достоверность** полученных результатов не вызывает сомнений. Она подтверждается их публикацией в ведущих рецензируемых журналах и хорошим согласием в частных случаях с ответами, полученными другими методами ранее. Также было показано, что полученные аналитические результаты обладают определёнными свойствами в соответствии с требованиями известных общих теорем. Необходимо отметить, что **личный вклад** Е.Д. Емцовой в получение результатов, включенных в выносимые на защиту положения, был определяющим. Это четко показано в самой диссертации.

Диссертация состоит из Введения, семи глав, Заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка использованной литературы и одного Приложения. Текст очень хорошо структурирован, каждый параграф и каждая глава содержат части, резюмирующие полученные в них результаты. Во **Введении** формулируется объект исследования, ставятся цель и задачи работы, в общем виде описывается современное состояние исследований в данной области. Также здесь проводится обзор методов, которые применяются для изучения объекта исследования. Вместе с этим во введении описана актуальность, новизна работы, перечислены положения выносимые на защиту, апробация работы и научные публикации по материалам диссертации. Во **первой Главе** описаны основы моделей телепараллельной гравитации. **Вторая Глава** описывает применение метода теорем Нётер к рассматриваемым моделям. Эта глава содержит описание разработанного в диссертации нового обобщенного метода определения инерциальной спиновой связности путем «выключения гравитации». **В третьей Главе** вычисляются энергия и импульс, измеряемые свободно падающим наблюдателем, и показывается успешное применение разработанного выше метода. **Четвертая Глава** содержит исследование различных калибровок для задачи Шварцшильда в телепараллельной гравитации. Обосновано введение новой так называемой e -калибровки. В **пятой Главе** сделано обобщение на случай движущейся черной дыры. **Шестая Глава** содержит исследование тетрад для свободно падающих наблюдателей в обобщенных моделях $f(T)$ телепараллельной гравитации. **Седьмая Глава** представляет результаты по определению параметров постньютоновского разложения в теории гравитации с кручением, неминимально связанным со скалярным полем. Проводится анализ феноменологических ограничений на параметры нескольких таких моделей. Таким образом проведенные теоретические исследования доводятся до приложений к описанию нашей Вселенной. В **Заключении** кратко суммируются основные результаты проведенных исследований. Показаны возможные пути развития исследований в данном направлении. В **Приложении** вынесены наиболее громоздкие формулы и выкладки.

Диссертация написана хорошим языком, приведены все необходимые формулы, обоснования и детали вычислений. Проведённые исследования описаны подробно, с обоснованием основных положений и аккуратным цитированием использованной литературы. Показано хорошее знание современного состояния исследований в данной области, и на этом фоне ясно видна новизна и значимость проведенных исследований.

По содержанию диссертации есть следующие **замечания**:

1. В тексте диссертации присутствует незначительное количество опечаток. Например, фамилия «Нётер» пишется не единообразно: чаще через «ё», но иногда и через «е», например на стр. 33 в пункте 1), а в формуле (1.9) на стр. 15 перепутаны индексы.

2. К сожалению, в диссертации не обсуждается, как разработанный метод выделения динамических степеней свободы и нахождения сохраняющихся величин мог бы помочь решить задачу квантования соответствующих моделей.

3. В разделе 4.4 обсуждается, что в случае $e < 1$, когда наблюдатель не может удалиться сколь угодно далеко от черной дыры, появляются комплексные величины. Здесь уместно было бы провести параллель с аналогичной ситуацией в задаче двух тел с каналами рассеяния и связанного состояния.

4. В шестой главе показаны проблемы с определением так называемых хороших тетрад в моделях $f(T)$ -гравитации, и разработанный в диссертации метод «выключения гравитации» оказался неприменимым. Но осталось неясным, является ли это обстоятельство недостатком общности данного метода или проблемой в некотором классе моделей $f(T)$ -гравитации.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальностям 1.3.1. Физика космоса, астрономия и 1.3.3. Теоретическая физика. (по физико-

математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 5, 6 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Емцова Елена Дмитриевна безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.3.1. Физика космоса, астрономия и 1.3.3. Теоретическая физика.

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
начальник сектора №5 Научного отдела теории фундаментальных
взаимодействий Лаборатории теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова
Объединенного института ядерных исследований
ОРГ. ПРАВ.ФОРМА - «международная межправительственная организация»
АРБУЗОВ Андрей Борисович

27.01.2023

Контактные данные:

тел.: +7(916)4700101, e-mail: arbuzov@theor.jinr.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация: 01.04.02 — «теоретическая физика»

Адрес места работы:

141980, Московская обл., г Дубна, ул. Жолио-Кюри, д. 6,
Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория теоретической
физики им. Н.Н. Боголюбова
Тел.: +7(496)216-50-59; e-mail: post@jinr.ru

Подпись сотрудника Лаборатории теоретической
физики ОИЯИ А.Б. Арбузова удостоверяю:
учёный секретарь ЛТФ ОИЯИ

А.В. Андреев
27.01.2023