

ОТЗЫВ

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

Открытие ускорения в расширении современной Вселенной в конце XX века поставило под сомнение применимость эйнштейновской теории гравитации на сверхбольших расстояниях. Это привело к активным поискам новых или расширенных (модифицированных) теорий гравитации, среди которых важное место занимает телепараллельная теория гравитации. Диссертация Емцовой Е.Д. посвящена исследованию теоретических и экспериментальных (наблюдательных) проявлений телепараллельных теорий гравитации – весьма популярных и активно развивающихся в последние годы теорий. Отметим, что только за последние 10 лет в базе arXiv.org опубликовано более 200 работ, в заголовках которых стоит термин «телепараллельная гравитация». Этот факт говорит о большом интересе к теме данной диссертации и ее актуальности.

Класс исследуемых в диссертационной работе Емцовой Е.Д. телепараллельных теорий гравитации представлен как эквивалентом общей теории относительности (главы с первой по пятую), так и его модификациями: $f(T)$ -гравитацией (шестая глава) и телепараллельной гравитацией с неминимальной связью кручения со скалярным полем (глава седьмая). В рамках этих теорий исследуются проблемы построения сохраняющихся величин в телепараллельном эквиваленте (ТЭ) ОТО, применения метода «выключения» гравитации, вычисления энергии и импульса свободно падающим наблюдателем, выбора калибровок и определения ППН параметров.

Диссертация состоит из 7 глав, содержит 3 рисунка, 2 таблицы, список

литературы состоит из 133 ссылки, всего в диссертации 111 страниц. По теме диссертации опубликовано 7 работ в рецензируемых изданиях, из них 4 в высокорейтинговых журналах: Classical and Quantum Gravity, Physical Review D, European Physical Journal C и General Relativity and Gravitation. Работы докладывались на международных и всероссийских конференциях.

Автореферат кандидатской диссертации Емцовой Е.Д. очень четко отражает содержание диссертации. Кратко перечислим основные результаты по главам.

Во **Введении** представлены актуальность темы исследования, степень разработанности, цели и задачи, новизна, значимость, методология и методы, положения, выносимые на защиту, достоверность и апробация результатов, список статей и конференций, личный вклад автора.

В **Главе 1** описаны основы телепараллельной гравитации (главным образом основы ТЭ ОТО) и представлены возникающие проблемы, в том числе при построении законов сохранения в ТЭ ОТО.

В **Главе 2** описан метод Нётер в тензорной форме в приложении к произвольной ковариантной полевой теории, на этой основе построены нётеровские сохраняющиеся величины в ТЭ ОТО, а затем представлены методы их расчета в приложениях.

В **Главе 3** с помощью построенного тока Нётер общего вида вычислены плотности энергии и импульса, которые измеряются свободно падающими наблюдателями, вмороженными в хаббловский поток вселенных Фридмана и (анти-)де Ситтера.

В **Главе 4** исследуется неоднозначность применяемых методов вычисления сохраняющихся величин в решении Шварцшильда. Для анализа вводится определение калибровок. Различные калибровки, полученные в решении Шварцшильда, сравниваются между собой.

В **Главе 5** строятся сохраняющиеся величины для движущейся черной дыры Шварцшильда, которые дают ее массу и импульс, измеренные удаленными наблюдателями.

В **Главе 6** исследован вопрос аналогии “собственных” тетрад в ТЭ ОТО и так называемых “хороших” тетрад в $f(T)$ -гравитации на примере статического сферически симметричного решения.

В **Главе 7** найден пост-ньютоновский предел и пост-ньютоновские параметры теории кручения, неминимально связанного со скалярным полем, на основе чего на эту теорию наложены ограничения, исходя из современных наблюдательных данных.

Актуальность данного исследования основана на том, что многие проблемы, имеющие место как в ОТО, так и ее расширениях еще не были достаточно изучены. Это требует дальнейшего как теоретического развития телепараллельных теорий, так и их способности описывать наблюдаемую картину, в том числе и в рамках Солнечной системы.

Новизна результатов диссертации состоит в построении новых ковариантных сохраняющихся величин в ТЭ ОТО и новых методах их расчета в приложениях, а также в обобщении многих определений и понятий, введенных ранее.

Перечислим основные **результаты** диссертации:

- 1) в ТЭ ОТО построены с применением теоремы Нетер в удобной для приложений тензорной форме ковариантные сохраняющиеся величины (токи, суперпотенциалы, заряды), а также предложены методы их расчета в приложениях;
- 2) введено понятие “калибровок”, на основании чего вычислены масса черной дыры Шварцшильда, энергетические характеристики для свободно падающих наблюдателей. Были выявлены и исследованы

неоднозначности в применении метода «выключения» гравитации в решении Шварцшильда;

- 3) показана неприменимость метода «выключения» гравитации в общем виде в расширенных телепараллельных теориях;
- 4) получен постньютоновский предел и ППН параметры для общего класса теорий гравитации кручения со скалярным полем, где кручение и скалярное поле связаны неминимальной кинетической связью.

Обоснованность и достоверность. Вычисления проводились как вручную, так и (в большей степени) с помощью пакетов Wolfram Mathematica. Результаты этих вычислений находятся в согласии, а также они находятся в соответствии или улучшают результаты предыдущих работ других авторов. Достоверность результатов также основана на том, что они опубликованы в рецензируемых журналах с высоким рейтингом, а также доложены на международных конференциях.

Научная и практическая значимость состоит в построении ковариантных сохраняющихся величин в ТЭ ОТО вместе с демонстрацией их использования в приложениях. Это даёт очевидные перспективы развития в расширенных вариантах ТЭ ОТО. Весьма значимой в смысле тестирования телепараллельной гравитации является оценка жизнеспособности таких теорий в рамках ППН-формализма.

Оценивая текст диссертационной работы в целом, следует отметить подробное и четкое описание каждой главы, с представлением итогов по каждой главе. Текст написан строгим научным языком, но, к сожалению, содержит некоторые погрешности смыслового и технического характера.

Затрудняет чтение диссертации не вполне строго представленная система определений и двусмысленность используемых понятий. Например: - «Лоренц-ковариантные операторы» на странице 17 и «Лоренц-

инвариантный тензор» на странице 16. В чем различие этих терминов и есть ли оно?

- «пространственно-временная ковариантность», страница 18. То есть тензорные величины в пространстве-времени?

- «инвариантны относительно лоренцевых вращений», страница 27.

«Инвариантны» -- то же самое, что и «ковариантны»?

- Термин «... в ковариантном TEGR», страница 25, четко не определен.

- «... не несут физического содержания», страница 27. Тогда какое содержание? Геометрическое? Теоретико-полевое?

Другие замечания по диссертационной работе:

- В работе ошибочно используется множественное число от слова «вектор».

Правильно – «векторы» (Орфоэпический словарь Русского языка, С.Н. Бордунова и др., стр. 59.)

- Ссылка [28] – пропущена фамилия автора.

- Ссылки [27] и [35] должны быть на русском языке согласно оригиналу.

- В формулах (1.8) и (1.9) опечатки с положением индексов.

Указанные замечания не влияют на значимость 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 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,
профессор, профессор кафедры физики
и технических дисциплин ФГБОУ
ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»,

Червон Сергей Викторович

27.01.2023

Контактные данные:

тел.:

e-mail

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена докторская диссертация:

01.04.02 – теоретическая физика

Адрес места работы:

ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»,
пл. Ленина, дом 4/5, 432071,
432071, Ульяновск
Тел.: (8422) 44 30 66

Эл.адрес: cafedra.fiziki2014@yandex.ru