

Отзыв научного руководителя

на диссертационную работу Емцовой Елены Дмитриевны
«Исследование свойств телепараллельной гравитации»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальностям 1.3.1. Физика космоса, астрономия и 1.3.3. Теоретическая физика

Диссертационная работа Емцовой Е.Д. посвящена изучению свойств телепараллельной гравитации, многочисленные варианты которой чрезвычайно интенсивно развиваются теоретиками и используются астрофизиками и космологами. Действительно, наблюдения становятся все более точными, а обобщения ОТО могли бы объяснить возможные отклонения от ОТО. Например, для описания недавних наблюдений теней черных дыр в центре галактики М87 и Стрелец А* активно используются и варианты телепараллельных теорий. Существенной частью работы является построение сохраняющихся величин для телепараллельного эквивалента ОТО (TEGR), его обобщений, и их приложения. Исследуется теория кручения и скалярного поля, неминимально с ним связанного, на предмет совместности с наблюдаемым пост-ньютоновским пределом.

В TEGR динамическими переменными являются компоненты тетрад. В работе после применения теоремы Нётер построены сохраняющиеся токи и соответствующие суперпотенциалы, для которых выполняются одновременно как координатная ковариантность, так и инвариантность относительно лоренцевых вращений тетрад. В тензорной формулировке для TEGR это сделано впервые. Был сохранен вектор смещений, интерпретация которого зависит от характера задачи. Это может быть вектор Киллинга, собственный вектор наблюдателя, и т.д. Для такого построения существенным является определение инерциальных спиновых связностей, что производится благодаря введенному впервые в работе Емцовой Е.Д. обобщенному принципу «выключения» гравитации.

Новые токи и суперпотенциалы были протестированы для свободно падающих наблюдателей, сопутствующих хаббловским потокам во вселенной Фридмана всех трех знаков кривизны, а также в (анти-)де ситтеровских вселенных. Оказалось, что такие наблюдатели фиксируют нулевые плотности энергии и импульса, то есть результат находится в полном соответствии со слабым принципом эквивалентности.

Самое большое внимание в работе Емцовой Е.Д. уделено построению и исследованию сохраняющихся величин для шварцшильдовой черной дыры. Для покоящихся наблюдателей на бесконечности была вычислена масса чёрной дыры, она совпала с ожидаемой. Также были исследованы свободно падающие наблюдатели в черную дыру с нулевой скоростью на бесконечности. Этот результат снова соответствует слабому принципу эквивалентности. При этом была обнаружена не известная ранее проблема. Оказалось, что в обоих случаях гравитация «выключается» по-разному, что приводит к различным инерциальным спиновым связностям. Как результат, используя первую спиновую связность, нельзя добиться соответствия слабому принципу эквивалентности, и, наоборот, для второй спиновой связности. Для описания таких ситуаций было обобщено (введено) понятие «калибровок» в TEGR, что дает возможность конструктивно исследовать эту неоднозначность. Для решения Шварцшильда удалось найти такую

калибровку, для которой одновременно правильно определена масса, а также установлено соответствие слабому принципу эквивалентности. Наконец, построены сохраняющиеся величины для движущейся черной дыры Шварцшильда.

Представления о калибровках использованы для изучения сходных проблем в обобщениях TEGR, таких как $f(T)$.

Для теорий кручения, неминимально связанного со скалярным полем, показано наличие пост-ньютоновского предела и, исходя из современных наблюдаемых значений пост-ньютоновских параметров, наложены ограничения на параметры теории. Этот результат указывает на жизнеспособность таких теорий.

Результаты работы Емцовой Е.Д. являются весьма значимыми, об этом свидетельствует рейтинг журналов, где они опубликованы. Они доложены на многих семинарах и международных конференциях, где неизменно вызвали живой интерес. В сотрудничестве с ней были заинтересованы коллеги из университета г. Тарту, где она несколько месяцев провела в командировке. За все время аспирантуры Емцова Е.Д. проявила себя как самостоятельный, инициативный и активный исследователь. Многие идеи и результаты совместных публикаций, такие как обобщение понятия калибровок, построение новой калибровки Леметра, схематическое представление калибровок, и т.д. принадлежат лично ей. Особенно следует подчеркнуть ее высокую квалификацию при компьютерных вычислениях, без чего опубликованные работы не состоялись бы. Наконец, результаты имеют высокий потенциал для дальнейшего развития.

Из замечаний необходимо упомянуть следующее. Есть некоторые проблемы с представлением результатов, оформлением текстов статей, изложением на русском языке. Однако, это никак не сказывается на оценке диссертационной работы.

Считаю, что диссертация Емцовой Е.Д. «Исследование свойств телепараллельной гравитации», удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым МГУ к кандидатским диссертациям, и может быть рекомендована к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.3.1. Физика космоса, астрономия и 1.3.3 Теоретическая физика (физико-математические науки).

Научный руководитель
д.ф.-м.н., Вед. н. с. ГАИШ МГУ
Дата: 20 сентября 2022 года.

Петров А.Н.

Подпись Петрова А.Н. заверяю,
Дата: