

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
Волковой Виктории Евгеньевны
на тему: «Космологические решения и их устойчивость в скалярно-тензорных теориях гравитации со старшими производными»
по специальности 01.04.02 — «теоретическая физика»

Общая теория относительности - это классическая теория гравитации, которая экспериментально проверена на различных расстояниях и кривизнах. Таким образом, ОТО является теоретически и экспериментально хорошо обоснованной теорией. Тем не менее, понятно, что ОТО не может быть окончательной теорией гравитации при очень больших энергиях, так как ОТО не перенормируема; более того, не решена проблема вакуумной энергии в ОТО. Вдобавок, наблюдаемые данные предполагают наличие темной энергии, что ставит вопрос о применимости ОТО даже на очень больших расстояниях и малых кривизнах. Исходя из того, что при стандартных предположениях ОТО является уникальной теорией в четырех измерениях, содержащей только метрику, для выхода за рамки ОТО нужно с необходимостью дополнить теорию степенями свободы. Простейший пример - это одна скалярная степень свободы. Наиболее общие теории содержащие метрику и один скаляр относятся к расширениям теории Хорндески, которые и являются основной темой диссертации. Несколько последних лет тема построения и обоснования самосогласованности таких теорий, а также различных приложений в космологии и гравитации привлекла значительное внимание специалистов в области гравитации и космологии. Несколько групп ученых по всему миру работают в данной области, вышло огромное количество работ в научных журналах по теме современным скалярно-тензорным теориям, создаются конференции и воркшопы для обсуждения этой темы. Принимая во внимание вышесказанное, несомненно, диссертация Виктории Евгеньевны Волковой является крайне ак-

туальной и интересной в контексте современной теории гравитации и космологии.

Диссертация посвящена возможности построения космологических решений с отскоком и так называемому космологическому генезису. В первом случае это сжимающаяся вселенная, которая в какой-то момент времени, не доходя до сингулярности, начинает расширяться. В другом случае вселенная начинает эволюцию с состояния пустого и плоского решения, которое сменяется на расширение благодаря нетривиальным свойствам обобщенной теории Хорндески. Эта задача является интересной и фундаментальной с той точки зрения, что в ОТО при определенных базовых предположениях, такие сценарии невозможны. Более того, такие решения, которые рассмотрены в диссертации В. Е. Волковой, обусловлены попытками решить проблему наличия сингулярности в начальный момент времени для общепринятой теории инфляции. Что наиболее важно, в диссертации исследуется вопрос о построении пертурбативно-стабильных решений с отскоком и генезисом, то есть таких решений, которые линейно стабильны с точки зрения отсутствия физических духов и градиентной неустойчивости. Принимая во внимание, что отправной точкой для исследований диссертации являются расширения теории Хорндески, которые были построены таким путем, чтобы удовлетворить базовые требования математической и физической самосогласованности, научные положения и выводы диссертации являются, несомненно, хорошо обоснованными.

В основе диссертация — четыре публикации в международно признанных журналах, а результаты были доложены на двух международных встречах. Диссертация опирается на принципиально новые результаты, полученные в рамках исследования космологических решений и их устойчивости в расширенной теории Хорндески. Поэтому новизна и достоверность результатов диссертации сомнений не вызывают.

Тем не менее, в диссертации есть несколько недочетов. Эти недочеты не являются ошибками, а некоторые из них могут рассматриваться в качестве предложений для продолжения работ Волковой В. Е. по данной теме.

Из общих замечаний, в первую очередь я бы обратил внимание на недостаточность освещения последних результатов в литературе по ограничению теории Хорндески и расширений из-за полученных данных по скорости распространению гравитационных волн из экспериментов LIGO/Virgo, а также теоретических расчетов затухания гравитационных волн в этих теориях. В этом смысле крайне интересны результаты диссертации, так как одно из основных требований работы Волковой В. Е. с коллегами было то, что в асимптотическом будущем скалярное поле становится каноническим безмассовым. Также было бы полезно, если бы Волкова В. Е. упомянула во введении о принципиальной связи между возможностью космологических отскоков и генезиса с возможным существованием червоточин в этих теориях, тем более, что Волкова В. Е. также работала над этой темой, хотя эти работы и не попали в диссертацию. Вдобавок, не совсем ясно изложено, почему, при проведении исследования, основное внимание было уделено теории, которая называется расширением Хорндески, хотя известно, что есть дальнейшее расширение этих теорий, называемое в литературе “вырожденные скалярно-тензорные теории с высшими производными” (DHOST). Кроме того, полезно было бы обсуждение результатов с точки зрения наблюдаемых данных микроволнового излучения. Действительно, указанные космологические сценарии обходят проблему, присущую моделям инфляции, но, с моей точки зрения, не уделено достаточного внимания обсуждению о возможном наблюдаемом спектре реликтового излучения в построенных моделях, а также другим проблемам, которые инфляция успешно решает.

Из более конкретных замечаний, я бы выделил следующие:

- не объяснена обоснованность применения унитарной калибровки для изучения возмущений. Действительно, в редких случаях, наложение калибровки прямо в действии может привести к неверным результатам. Хотя в

данном случае это не происходит (так, например, часть диссертации была посвящена проверки результатов в другой калибровке), тем не менее, некоторый анализ данной проблемы был бы полезен;

- не дается обсуждение ограничений на расширенные теории Хорндески, хотя не все теории, представленные в (8) и (18), являются стабильными с точки зрения существования духа Остроградского;

- Не дана связь положительных результатов диссертации, полученных в расширенной теории Хорндески по построению стабильных отскока и генезиса, с отрицательными результатами в чистой теории Хорндески с применением дисформного преобразования;

- Не в полной мере раскрыта тема требования досветовых скоростей для возмущений, хотя это требование является одним из центральных для работ Волковой В. Е. и соавторов.

Вместе с тем, 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 паспорту специальности **01.04.02 — «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 Волкова Виктория Евгеньевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — «теоретическая физика».

Официальный оппонент:

Ученая степень, ученое звание — к.ф.-м.н.,
научный сотрудник

лаборатории теоретической физики ОРСЭ
Национального центра научных исследований
Франции, Университет Париж-Юг,
Университет Париж-Сакле

Бабичев Евгений Олегович



Дата подписания

30 апреля 2019

Контактные данные:

тел.: +33 1 69 15 82 18, e-mail: eugeny.babichev@th.u-psud.fr

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация:

01.04.02 – Теоретическая физика

Адрес места работы:

ЛТФ Орсэ, Корпус 210, НЦНИ,
Унив. Париж-Юг, 91405 Орсэ, Франция
Тел.: +33 1 69 15 82 18; e-mail: eugeny.babichev@th.u-psud.fr

Подпись научного сотрудника лаборатории теоретической физики ОРСЭ На-
ционального центра научных исследований Франции, Университет Париж-
Юг, Университет Париж-Сакле Е.О. Бабичева удостоверяю:

Ученый секретарь
диссертационного совета МГУ.01.06,
д.ф.-м.н., профессор



П.А. Поляков

06.05.2019 Дата