

ОТЗЫВ

официального оппонента

Шейкина Антона Андреевича

о диссертации Вандеева Вячеслава Павловича

«Пертурбативный анализ телепараллельной теории относительности Хаяши – Ширафуджи»,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.3 – «Теоретическая физика».

Диссертационная работа В. П. Вандеева «Пертурбативный анализ телепараллельной теории относительности Хаяши – Ширафуджи» посвящена изучению применимости различных вариантов т.н. «новой общей теории относительности» для пертурбативного описания физически интересных пространств: сферически симметричного пространства, гравитационных волн и возмущений над однородной изотропной вселенной.

Работа состоит из Введения, четырех глав, Заключения и Приложения. Во Введении приведена краткая справка об основных проблемах современной теории гравитации, сформулирована цель и задачи диссертационного исследования, обоснована его актуальность, новизна и значимость, дан обзор литературы. Целью автора являлась проверка совместимости New GR с обычной ОТО и поиск ограничений на параметры New GR, возникающих при рассмотрении знакомых гравитационистам моделей.

В первой части приведены общие сведения о New GR. Определены понятия кривизны, кручения и неметричности, кратко описан тетрадный формализм ОТО, описан путь вывода телепараллельного аналога ОТО — TEGR, и произведен вывод полевых уравнений ее обобщения — New GR, уже не эквивалентной ОТО. В отличие от действия Эйнштейна-Гильберта, где используется всего один скаляр — скалярная кривизна, действие New GR задается линейной комбинацией трех скаляров, квадратичных по тензору кручения, с коэффициентами a , b и c при них.

Во второй главе рассматривается поле точечного источника. Основной результат этой главы, вынесенный на защиту — доказательство отсутствия антисимметричной части сферически симметричных полевых уравнений при определенном выборе тетрады, и разрешимости этих уравнений в элементарных функциях при произвольных значениях параметров a , b и c . Приведены также значения параметров, при которых теория допускает корректный ньютоновский предел.

В третьей главе исследуются гравитационно-волновые решения изучаемых уравнений в пределе слабого поля. Основной вопрос, интересующий автора, заключается в том, как ведет себя число степеней свободы различного сорта при наложении тех или иных линейных связей на изначально свободные параметры a , b и c . Такой путь анализа теории позволяет автору избежать построения

канонического формализма полной теории, который, как ожидается, был бы достаточно громоздким и трудным для анализа. Наиболее привлекательными, по мнению автора, являются однопараметрическая New GR ($a+b=2c$) и модель с ограничением параметров $a \geq \max\{b, -b\}$, $a + b \leq 2c$, при которых в теории не возникает духов.

Четвертая глава обобщает результаты третьей на случай не плоского, а космологического, т.е. однородного и изотропного фона. Главной ее целью является поиск условий, при которых реализуется режим «сильной связи» — нестабильность количества калибровочных степеней свободы, не позволяющая корректно поставить задачу Коши. Результаты этой главы подтверждают привилегированность двух вышеназванных моделей.

В Заключение кратко суммируются полученные в работе результаты, а в Приложении излагается способ получения возмущенных уравнений над космологическим фоном, альтернативный изложенному в 4 главе.

Диссертантом, без сомнения, проделана внушительная работа. В то время как изучение сферически симметричных вакуумных решений уравнений Эйнштейна представляет собой стандартную и хорошо изученную задачу, их обобщения зачастую оказываются намного труднее для анализа даже в таком простом случае. Благодаря грамотному выбору анзаца их удалось проинтегрировать в элементарных функциях, что является большой удачей. Анализ же числа степеней свободы в рамках теории возмущений требует дотошности и кропотливости: автором исследовано девять моделей, возникающих в результате наложения на параметры теории линейных связей и/или их комбинации. Тот факт, что среди них были обнаружены несколько различных жизнеспособных вариантов, свидетельствует о том, что изучаемая автором теория заслуживает дальнейшего изучения, и ценность работы, безусловно, выходит за рамки чисто квалификационной.

Результаты диссертации докладывались автором на различных всероссийских и международных конференциях и опубликованы в журналах *Classical & Quantum Gravity* и *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics*. Эти журналы являются ведущими международными журналами в области гравитационной физики, индексируются наукометрическими базами данных WoS и SCOPUS и входят в ядро РИНЦ и список ВАК. Новизна и актуальность полученных результатов поэтому не подлежит сомнению. Достоверность результатов подтверждается использованием хорошо известных методов теоретической и математической физики, а также совпадением с известными результатами в частных случаях.

К тексту работы, однако, имеются некоторые вопросы и замечания.

1. Во Введении, на мой взгляд, недостаточно полно раскрыта суть проблем, на решение которых направлено именно изучаемое автором обобщение ОТО. Количество известных на текущий

момент модификаций ОТО бесчисленно, и каждая из них, как правило нацелена на решение конкретного круга проблем. Почему среди возможных модификаций была выбрана именно New GR? В пользу изучения этой теории автор приводит лишь тот аргумент, что она сравнительно бедно освещена в литературе, что, как мне кажется, само по себе не является убедительным доводом. Во Введении хотелось бы видеть хотя бы краткий анализ достоинств и недостатков изучаемой теории по сравнению с другими вариантами модификаций ОТО.

2. После формулы (2.4), которую автор называет «удобной тетрадой», дается ссылка на работу [35], а затем — на [36-38], в числе авторов которых диссертант отсутствует. Возникает поэтому вопрос: кому принадлежит идея использования этого анзаца и какие из утверждений, следующих за формулой (2.4), получены в работе [19], а какие — в работах [35-38]? Поскольку диссертант заявляет, что лишь первая глава диссертации не содержит новых результатов, в последующих главах стоит четко отделять полученные им результаты от результатов, полученных другими людьми.
3. В начале пункта 2.2.1 автор утверждает, что некоторые решения полевых уравнений для изучаемого им случая исследовались в работе [39], поэтому будут рассматриваться частные случаи. Возникает вопрос: исчерпывают ли приведенные диссертантом частные случаи, вкупе с результатами работы [39], все вакуумные сферически симметричные решения полевых уравнений? Из текста диссертации не вполне ясно, сколько именно неэквивалентных классов этих решений имеется и какие из них описаны диссертантом впервые, а какие были уже известны ранее. Отдельный вопрос — справедлив ли для изучаемой теории аналог теоремы Биркгофа, т.е. могут ли существовать сферически симметричные нестатические вакуумные решения?
4. В третьем абзаце на с. 9 диссертант утверждает, что канонический формализм для New GR построен. Изучался ли в рамках канонической формулировки теории вопрос о количестве различных степеней свободы, который исследуется диссертантом в третьей и четвертой главах? Если да, то возможно ли сравнить результаты канонического и пертурбативного анализа?
5. В Заключении диссертации ничего не сказано о перспективах использования полученных результатов и дальнейших исследований изучаемой теории.
6. В тексте диссертации содержится ощутимое количество опечаток и стилистических ошибок («детектированны гравитационные волны», «изменение длинны вектора», «диманические моды» и т.п.).

Эти замечания, впрочем, не снижают ценность содержательной части диссертации, а замечания к содержательной части носят по большей части рекомендательный характер. Диссертация выполнена на высоком научном уровне, отвечает требованиям к диссертационным работам, установленным ВАК, ее содержание соответствует специальности 1.3.3 — «Теоретическая физика», а автореферат правильно и полно его отражает. Я считаю, что диссертация «Пертурбативный анализ

телепараллельной теории относительности Хаяши – Ширафуджи» удовлетворяет всем критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Вандеев Вячеслав Павлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 — «Теоретическая физика».

Официальный оппонент:

Шейкин Антон Андреевич,

кандидат физико-математических наук

по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика»,

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«Санкт - Петербургский государственный университет»,

кафедра физики высоких энергий и элементарных частиц, доцент.

Контактная информация:

Адрес: 198504, Санкт-Петербург, г. Петергоф, ул. Ульяновская, д. 1.

Раб. тел.+7(812) 363–62–20,

Электронная почта: a.sheykin@spbu.ru

Дата: 4 июля 2025 года

_____ Шейкин А.А.

Подпись Шейкина Антона Андреевича заверяю

И.о начальника отдела кадров № 3 И. И. Константинова

04.07.2025

Список основных публикаций оппонента по теме рецензируемой диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. S. S. Kuptsov, S. A. Paston, A. A. Sheykin: “Classification of ten-dimensional embeddings of spherically symmetric static metrics”, *Grav. Cosm.* 31, 133 (2025); arXiv:2411.13135.
2. A. A. Sheykin, A. A. Grechko: “Lower-dimensional Regge-Teitelboim Gravity”, *Grav. Cosm.* 29, 39 (2023), arXiv:2211.05055, DOI: 10.1134/S0202289323010097.
3. A. A. Sheykin, M. V. Markov, S. A. Paston: “Global embedding of BTZ spacetime using generalized method of symmetric embeddings construction”, *J. Math. Phys.* 62, 102502 (2021); arXiv:2107.00752, DOI: 10.1063/5.0062060.
4. A. A. Sheykin, M. V. Markov, Ya. A. Fedulov, S. A. Paston: “Explicit isometric embeddings of pseudo-Riemannian manifolds: ideas and applications”, *J. Phys. Conf. Ser.*, Vol. 1697, 012077 (2020); arXiv:2004.05882. DOI: 10.1088/1742-6596/1697/1/012077.
5. S. A. Paston, E. N. Semenova, A. A. Sheykin: “Canonical description for formulation of embedding gravity as a field theory in a flat spacetime”, *Symmetry* 12(5), 722 (2020); arXiv:2004.04481. DOI: 10.3390/sym12050722.
6. A. A. Sheykin, D. P. Solovyev, V. V. Sukhanov, S. A. Paston: “Modifications of gravity via differential transformations of field variables”, *Symmetry* 12(2), 240 (2020); arXiv:2002.01745. DOI: 10.3390/sym12020240.
7. A. A. Sheykin, M. V. Ioffe, S. N. Manida, S. A. Paston: “Polyakov-like approach to the modified gravity and other geometric theories”, *International Journal of Geometric Methods in Modern Physics*, 17(3), 2050037 (2020); arXiv:1912.12713. DOI: 10.1142/S0219887820500371.