

ОТЗЫВ

официального оппонента Дьяконова Дмитрия Владимировича
на диссертацию **Хуана Маурисио Валенсии Вильегаса**
«Свойства возмущений в скалярно-векторно-тензорных и
Хорндески-Картановских космологиях»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 1.3.3. — теоретическая физика.

Диссертационная работа Хуана Маурисио Валенсии Вильегаса посвящена двум актуальным проблемам современной теоретической космологии — анализу устойчивости космологических решений в модифицированных теориях гравитации и модификации скорости распространения тензорных мод в этих теориях. Исследования посвящены двум направлениям: во-первых, возможности построения несингулярных космологических моделей в теории Хорндески, обобщённой на случай пространства-времени с кручением (теория Хорндески–Картана); во-вторых, построение скалярно-векторно-тензорных расширений вырожденных теорий высшего порядка (DHOST), в которых скорость гравитационных волн в точности совпадает со скоростью света.

Диссертация состоит из введения, двух глав, заключения, трёх приложений и списка литературы (126 наименований). Общий объём работы — 148 страниц.

Актуальность темы обусловлена растущим числом и точностью космологических наблюдений. Общая теория относительности, несмотря на свои впечатляющие успехи, сталкивается с проблемой космологических сингулярностей. Теория Хорндески представляет собой наиболее общую скалярно-тензорную теорию с уравнениями второго порядка, что делает её естественным кандидатом для построения несингулярных сценариев. Однако известная «запрещающая теорема» утверждает, что в стандартной формулировке (без кручения) устойчивые несингулярные космологии невозможны. Автор предлагает обойти это ограничение, вводя кручение. Кроме того, после регистрации событий GW170817 и GRB170817A экспериментальное ограничение на приблизительное равенство скоростей гравитационных и электромагнитных волн налагает жёсткие ограничения на модифицированные теории гравитации, что делает поиск моделей, удовлетворяющих этим ограничениям, крайне своевременным. Автор предлагает новый класс таких моделей, вводя наряду с обычными связями скаляра с кривизной также векторное поле, связанное со скаляром.

Структура и содержание работы

Во **введении** автор чётко формулирует цели и задачи, обосновывает актуальность, описывает научную новизну и практическую значимость. Приведён обзор теории Хорндески и обсуждаются две центральные проблемы — запрещающая теорема и ограничение на скорость гравитационных волн.

Первая глава посвящена теории Хорндески–Картана. В разделе 1.1 строится однопараметрическое семейство квадратичных (по вторым производным скаляра) теорий. Автор демонстрирует, что кручение не вводит новых динамических степеней свободы на фоне FLRW: остаются только две тензорные поляризации гравитона и одна скалярная мода. Проведена классификация скалярной моды в зависимости от параметра семейства, включая условия отсутствия духов и градиентных неустойчивостей. В разделе 1.2 формулируется и доказывается новая запрещающая теорема для квадратичных теорий Хорндески–Картана, которая требует дополнительного условия досветового распространения гравитона. Показано, что нарушение этого условия позволяет построить устойчивое решение космологического отскока. В разделе 1.3 анализируется полная теория Хорндески–Картана (включая кубические по вторым производным скаляра члены). Автор демонстрирует, что в этом случае запрещающая теорема перестаёт работать, и предъясвляет явную модель отскока, устойчивую во все времена и не содержащую сверхсветовых возмущений.

Вторая глава посвящена проблеме скорости гравитационных волн. Автор предлагает новый механизм: скалярно-фотонные связи, получаемые из компактификации Калуцы–Клейна пятимерной DHOST-теории. Показано, что при выполнении единственного условия на скалярные потенциалы скорости тензорных и векторных мод совпадают на космологическом фоне. Для класса расширенных теорий Хорндески дополнительно показано, что можно подавить распад гравитационных волн в тёмную энергию.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Научная новизна и достоверность: Все основные результаты являются новыми и опубликованы в 4 статьях в рецензируемых международных журналах. Достоверность обеспечивается строгостью аналитических выкладок, согласием с известными предельными случаями (например, при отключении кручения) и использованием независимых методов проверки (в том числе численного моделирования в одном из примеров).

Отмечены следующие замечания:

- 1) После формулы 1.8 написано «сводится к стандартному контрчлену», данное утверждение не раскрыто.
- 2) Перед формулой 1.70 утверждается, что «дисперсионное соотношение не обязательно подразумевает неустойчивость», но это не обосновано: почему оно может подразумевать неустойчивость? Например, не хватает примеров, в каких ситуациях это приводит к неустойчивости, а в каких нет.
- 3) На рисунках не всегда указано, что по осям, но явно написано в тексте под рисунками.
- 4) В секции 1.2.1 явно не прописано, какие именно пункты несовместны между собой.
- 5) Параметр «с» обозначается такой же буквой, как и скорость света, что приводит к лёгкой путанице при чтении.

- 6) В формуле 1.130 определяется величина, но её физический смысл не раскрыт.
- 7) В разделе, посвящённом полной теории Хорндески–Картана (раздел 1.3), автор строит несингулярное космологическое решение, устойчивое во все времена. Можно ли утверждать, что такие модели являются типичными, или же они представляют собой узкий класс, возможно, требующий тонкой настройки?
- 8) Во второй главе, имеются ли какие-либо результаты относительно скорости скалярной моды, в случае когда дилатон является динамическим?
- Указанные замечания не снижают общей высокой оценки работы и не ставят под сомнение основные результаты.

Диссертация «Свойства возмущений в скалярно-векторно-тензорных и Хорндески-Картановских космологиях» отвечает всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор, Хуан Маурисио Валенсия Вильегас, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 — теоретическая физика.

14.05.2026

Официальный оппонент — кандидат физико-математических наук по специальности 1.3.3 — Теоретическая физика. Научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук (ИПИ РАН), лаборатория №16: Методы математической физики теории информации.

_____ Дьяконов Дмитрий Владимирович

dmitrii.dyakonov@phystech.edu, +7 (915) 113 2411
127051, г. Москва, Большой Каретный переулок, д.19 стр. 1.
Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской
академии наук (ИПИ РАН)

Подпись Д.В. Дьяконова удостоверяю:

*Зав. канцелярией (подпись)
штамп*

Дьяконов Дмитрий Владимирович, кандидат физико-математических наук по специальности 1.3.3 — Теоретическая физика. Научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук (ИППИ РАН), лаборатория №16: Методы математической физики теории информации. Россия, 127051, г. Москва, Большой Каретный переулок. д.19 стр. 1, dmitrii.dyakonov@phystech.edu, +7 (915) 113 2411.

Список основных публикаций Дьяконова Д.В. по теме диссертации соискателя в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. **Diakonov D.V.** De Sitter entropy: On-shell versus off-shell // *Physics Letters B.* – 2025. – Vol. 871. – P. 139967.
2. Akhmedov E.T., Belkovich I.A., **Diakonov D.V.**, Kazarnovskii K.A. On (dis)agreement between different methods of calculation of the imaginary part of the effective action in expanding space-times // *Physics Letters B.* – 2025. – Vol. 861. – P. 139256.
3. **Diakonov D.V.**, Morozov A. Banana diagrams as functions of geodesic distance // *Physics Letters B.* – 2024. – Vol. 858. – P. 139079.
4. Akhmedov E.T., **Diakonov D.V.**, Schubert C. Complex effective actions and gravitational pair creation // *Physical Review D.* – 2024. – Vol. 110, No. 10. – P. 105011.
5. **Diakonov D.V.** Is the Euclidean path integral always equal to the thermal partition function? // *Journal of High Energy Physics (JHEP).* – 2024. – Vol. 04. – P. 077.
6. **Diakonov D.V.**, Bazarov K.V. Debye mass in the accelerating frame // *Theoretical and Mathematical Physics.* – 2025. – Vol. 223, No. 2. – P. 839–862.
7. Akhmedov E.T., **Diakonov D.V.**, Free energy and entropy in Rindler and de Sitter space-times // *Physical Review D.* – 2022. – Vol. 105, No. 10. – P. 105003.