

ОТЗЫВ

официального оппонента Катанаева Михаила Орионовича
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.

Диссертация Хуана Маурисио Валенсии Вильегаса в основном посвящена анализу возмущений метрики и других полей на фоне космологических решений в двух модифицированных моделях гравитации: теории Хорндески, обобщенной на пространство-время с кручением (теории Хорндески-Картана), и вырожденных скалярно-тензорных теориях с добавлением электромагнитного поля. Работа затрагивает две важные проблемы современной теоретической космологии: задачу построения устойчивых несингулярных космологических моделей и анализ наблюдательных ограничений на скорость гравитационных волн, возникшие после регистрации гравитационно-волнового события GW170817.

Диссертация состоит из введения (20 с.), двух глав (67 и 16 с.), заключения (3 с.), трех приложений (25 с.) и списка литературы (126 наименований).

Актуальность. Хорошо известно, что несингулярные космологические решения в теории Хорндески на пространстве-времени без кручения, как правило, являются неустойчивыми, что вытекает из запрещающих теорем. В первой главе исследуется обобщение модели Хорндески на пространства Римана-Картана с метрикой и кручением. В ней проводится систематическое исследование возможности устранения особенностей путем введения в модель кручения. Другая важная проблема заключается в объяснении равенства скоростей гравитонов и фотонов с высокой степенью точности, которое наблюдается в астрофизике. С этой целью проведено обобщение скалярно-тензорных моделей гравитации путем введения взаимодействия с электромагнитным полем, что позволяет довольно просто объяснить равенство скоростей гравитационных и электромагнитных волн.

Во введении сделан краткий обзор теории Хорндески, которая представляет собой модификацию общей теории относительности, неминимально взаимодействующую со скалярным полем и его производными, но так, что полевые уравнения имеют второй порядок. Описывается возможность построения несингулярных космологических решений. Также разъясняются две центральные проблемы, рассматриваемые в диссертации: запрещающая теорема для несингулярных космологий и равенство скоростей гравитационных и электромагнитных волн. Четко сформулированы научная новизна, практическая значимость и положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведено однопараметрическое обобщение модели Хорндески на многообразия с независимыми метрикой и кручением (модель

Хорндески-Картана). Выполнен анализ уравнений для возмущений метрики, скалярного поля и кручения в линейном приближении на фоне метрики Фридмана. Показано, что обобщение проведено таким образом, что кручение не приводит к возникновению новых степеней свободы: модель описывает две степени свободы гравитона и одну степень свободы скалярного поля.

Во второй части первой главы диссертант рассматривает подкласс квадратичных моделей Хорндески-Картана. Формулируется и доказывается новая запрещающая теорема, утверждающая, что устойчивая несингулярная космология с гравитоном, распространяющимся со скоростями, меньшими или равными скорости света, невозможна. Это является обобщением ранее известного результата в теории без кручения. В конце главы анализируется теория Хорндески-Картана, включающая члены, кубичные по вторым производным скалярного поля. Автор показывает пути обхода запрещающей теоремы. Диссертант также построил устойчивую космологическую модель с отскоком, в которой все моды распространяются со скоростями, меньшими скорости света на протяжении всей эволюции.

Вторая глава посвящена анализу скорости гравитационных волн в модели Хорндески с электромагнитным полем и ее сравнению со скоростью света. Диссертант сопоставляет теоретические возможности и наблюдательные ограничения. Строится новая модель в четырех измерениях с помощью размерной редукции Калуцы-Клейна из пятимерного скалярно-тензорного действия. Такая процедура порождает специфические $U(1)$ -калибровочно инвариантные скалярно-векторные связи. Возникающее векторное поле отождествляется с электромагнитным полем. При некоторых условиях анализ линейного приближения полевых уравнений на фоне метрики Фридмана показывает совпадение скоростей гравитационных и электромагнитных волн.

Автореферат полностью и точно отражает содержание диссертации.

Все основные результаты данной диссертации являются новыми и опубликованы в ведущих международных рецензируемых журналах. Диссертация написана на высоком теоретическом уровне. Все положения диссертации обоснованы, их достоверность не вызывает сомнений.

Имеются следующие замечания:

1. Изложение теорем о сингулярностях на страницах 7, 8 требует большей строгости, например, пересечение геодезических линий при конечном значении канонического параметра совсем не обязательно приводит к появлению особенностей.
2. Рассуждение о дифференцируемости и непрерывности на с. 55 можно уточнить: непрерывность функции можно установить без привлечения понятия дифференцируемости.

Данные замечания, однако, не влияют на высокую оценку работы и полученных результатов.

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.

27.04.2026

Официальный оппонент — доктор физико-математических наук по специальности 1.1.2 — Дифференциальные уравнения и математическая физика. Ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук, отдел математической физики

_____ Катанаев Михаил Орионович

katanaev@mi-ras.ru, +7 (929) 508 2431

119991, г. Москва, ул. Губкина, д. 8

Математический институт им. В.А. Стеклова РАН

Подпись М.О. Катанаева заверяю: подпись

Заведующий отделом кадров

Усачева О.Г.

печать

Катанаев Михаил Орионович, доктор физико-математических наук по специальности 1.1.2 — дифференциальные уравнения и математическая физика. Ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук, отдел математической физики. Россия, 119991, Москва, ул. Губкина, д. 8, katanaev@mi-ras.ru, +7 (929) 508 2431.

Список основных публикаций Катанаева М.О. по теме диссертации соискателя в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Afanasev D.E., **Katanaev, M. O.** Was There a Big Bang for the Universe with Accelerated Expansion? // *Physics of Particles and Nuclei Letters*. – 2025. – Vol. 22, No. 6. – P. 1306–1311.
2. Afanasev D.E., **Katanaev, M. O.** Liouville solution in General Relativity with a scalar field // *Physics Letters B*. – 2025. – Vol. 864. – P. 139439.
3. Afanasev D.E., **Katanaev, M. O.** Geodesics and global properties of the Liouville solution in general relativity with a scalar field // *Journal of Cosmology and Astroparticle Physics (JCAP)*. – 2025. – Vol. 08. – P. 045.
4. **Katanaev, M. O.** Complete separation of variables in the geodesic Hamilton–Jacobi equation in four dimensions // *Physica Scripta*. – 2023. – Vol. 98. – P. 104001.
5. **Katanaev, M. O.** 't Hooft–Polyakov monopoles and a general spherically symmetric solution of the Bogomolny equations // *Modern Physics Letters A*. – 2023. – Vol. 38, No. 16n17. – P. 2350082.
6. **Katanaev, M. O.** On spherically symmetric 't Hooft–Polyakov monopoles // *International Journal of Modern Physics A*. – 2022. – Vol. 37, No. 20n21. – P. 2243012.
7. **Katanaev, M. O.** Spherically symmetric 't Hooft–Polyakov monopoles // *The European Physical Journal C*. – 2021. – Vol. 81, No. 9. – P. 825.