

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.163.01
НА БАЗЕ Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от **25.09.2025** г. № **34/12**

О присуждении **Штенниковой Арины Михайловне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук. Диссертация «Динамика космологических возмущений в теории Хорндески» по специальности 1.3.3 - Теоретическая физика, принята к защите 19.06.2025 г., протокол № 31/9, диссертационным советом 24.1.163.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), 117312, г. Москва, пр-т 60-летия Октября, 7а., приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 823/нк от 20 апреля 2023 года.

Соискатель Штенникова Арина Михайловна, 1997 года рождения. В 2020 году соискатель освоила основную образовательную программу высшего образования «Физика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» с присвоением решением Государственной экзаменационной комиссии (от 20 июня 2020 года) квалификации «Магистр», (диплом ОМА 08870, выданный 10 июля 2020 г.). В 2024 году соискатель освоила программу подготовки научно-педагогических кадров в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» (МГУ). В настоящий момент работает в должности стажёра исследователя в лаборатории обработки больших данных в физике частиц и астрофизике Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН).

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), в отделе теоретической физики.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, **Миронов Сергей Андреевич**, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), отдел теоретической физики, старший научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Головнев Алексей Валерьевич, доктор физико-математических наук, Британский Университет в Египте, Центр теоретической физики, профессор-исследователь,

Куров Александр Валерьевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, отделение теоретической физики, высококвалифицированный научный сотрудник,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Математический институт имени В.А. Стеклова Российской академии наук (МИАН)**, (г. Москва) – в своем положительном заключении, подписанном Арефьевой Ириной Ярославной, доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН, профессором, главным научным сотрудником отдела теоретической физики, и утверждённом директором, доктором физико-математических наук, академиком РАН, профессором Трещёвым Дмитрием Валерьевичем, указала, что диссертация Штенниковой А.М. удовлетворяет всем критериям «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – теоретическая физика.

Соискатель имеет 5 работ по теме диссертации, 4 из которых опубликованы в рецензируемых международных научных изданиях, рекомендованных ВАК, и 1 в трудах конференции.

Представленные соискателем сведения об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны. Текст опубликованных работ полностью соответствует тематике диссертации, они написаны либо при решающем участии соискателя, либо ей самостоятельно.

Список основных работ, по результатам диссертационного исследования:

1. Mironov S., Shtennikova A. Stable cosmological solutions in horndeski theory // Journal of Cosmology and Astroparticle Physics. — 2023. — Vol. 2023, no. 06. — P. 037.
2. Mironov S. A., Shtennikova A. M. Perturbations in horndeski theory above anisotropic cosmological background // JETP Letters. — 2024. — Vol. 119, no. 5. — P. 339–344.
3. A. Shtennikova. Stable solutions in Horndeski theory // Proceedings of International Conference on Particle Physics and Cosmology — PoS(ICPPCRubakov2023) — 2024 — Vol. 455. — P. 032.
4. S. Mironov, A. Shtennikova, M. Valencia-Villegas, Reviving Horndeski after GW170817 by Kaluza-Klein compactifications. // Physics Letters B — 2024 — Vol. 858. — P. 139058.
5. S. Mironov, A. Shtennikova and M. Valencia-Villegas, Higher derivative scalar-vector-tensor theories from Kaluza-Klein reductions of Horndeski theory // Physical Review D — 2025 — Vol. 111, no. 2 — P. 024028

Автореферат полно и правильно отражает содержание диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы оппонентов и ведущей организации, в которых отмечено, что в диссертации получены значимые физические результаты, которые имеют важное научное и практическое значение для классической теории поля. Указано, что диссертация выполнена на высоком научном уровне, написана ясным языком, содержит понятное изложение и наглядное представление результатов диссертационного исследования. Автореферат полно и точно отражает содержание диссертации. Диссертация соответствует всем требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, которые предъявляются к кандидатским диссертациям.

В отзывах оппонентов и ведущей организации были высказаны следующие критические замечания и пожелания:

1. Из текста диссертации не ясно, что можно сказать про устойчивость несингулярных космологических решений над однородным анизотропным фоном в общей и расширенной теориях Хорндески.

2. Из текста диссертации не ясно, возможен ли обход теоремы, запрещающей существование устойчивых несингулярных космологических решений в скалярно-векторно-тензорных теориях на протяжении всей эволюции.

3. Представляет интерес ответ на вопрос о возможности построения скалярно-векторно-тензорной теории, в которой группа калибровочных симметрий векторного поля будет неабелевой и, если да, то что нужно сделать для такого построения.

4. Не ясно, зачем было введено так много разных коэффициентов A в формуле (12), если многие из них абсолютно элементарным образом выражаются друг через друга (см. приложение А).

5. В контексте рассмотрения вопросов начальной сингулярности, было бы хорошо обсудить и статью A. Borde, A.H. Guth, A. Vilenkin; PRL 90 (2003) 151301, и дискуссии вокруг неё. Кроме того, при перечислении тех фактов, которые успешно объясняет инфляция, и соответствующих им проблем классической космологии, пункт о «плоской геометрии» неаккуратен, а уж тем более упоминание «практически нулевой кривизны пространства-времени», поскольку надо говорить про плоскостность пространственного сечения, а не всей геометрии. При этом разговоры о том, что «для окончательного подтверждения теории инфляции необходимы дополнительные исследования» в контексте того, что имеющиеся данные «не позволяют определить единственно верную модель» инфляции, звучат излишне оптимистично, ибо в реальности трудно будет найти достаточно большое количество независимых параметров, доступных для практических измерений.

6. На стр. 47 надо бы было подчеркнуть, что разложение (94) предполагает не только топологию прямого произведения, но и выбор «дополнительной» координаты, принимающей значения от нуля до двух π . На стр. 56 утверждение об «общепринятой практике» отождествления тензорных возмущений с

гравитоном выглядит несколько загадочно, т. к. неясно как ещё можно воспринимать динамические моды геометрии. Другое дело, что скалярные (и при наличии, и векторные) моды тоже можно рассматривать как новые поляризации гравитона, но это не лишает тензорные моды их статуса.

7. Отмечается сухость стиля изложения и некоторое количество опечаток. Большинство из них является несогласованными падежами: «которая стала обобщением теория скалярного поля» на стр. 7, «рассматривается линеаризованную теорию» на стр. 14, «после подстановке» на стр. 20; или числами: «поперечные бесследовый тензор» на стр. 53. На стр. 12 есть слово «проанализированны», когда нужно только одно «н», а на стр. 65 – загадочная фраза «упрощаются до следующим образом». На стр. 26 есть, по всей видимости ошибочная, ссылка на формулу (79) со стр. 38.

В целом, диссертация написана четким и понятным языком, но не лишена небольшого количества опечаток, орфографических и стилистических ошибок. Соискатель Штенникова А.М. ответила на заданные в ходе защиты вопросы и согласилась с замечаниями.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высокой квалификацией оппонентов и сотрудников ведущей организации и наличием работ высокого научного уровня по близкой тематике.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Впервые разработан способ обхода запрещающей теоремы о невозможности построения несингулярных решений в теории Хорндески. На основе этого построены конкретные примеры устойчивых космологических моделей типа «вселенная с отскоком» и «генезис».

2. Впервые проведен анализ возмущений над анизотропным фоном типа Бьянки I в теории Хорндески. Показано, что формальная устойчивость несингулярных решений, достигнутая в изотропном случае, является артефактом высокой симметрии фона и нарушается при введении даже малой анизотропии, что приводит к возникновению духовых и градиентных нестабильностей.

3. Впервые выполнена процедура размерной редукции Калуцы-Клейна для теории обобщенных галилеонов с целью построения скалярно-векторно-

тензорной теории гравитации. Получена новая четырехмерная теория, включающая динамическую метрику, два скалярных поля и $U(1)$ -калибровочное векторное поле, свободная от неустойчивостей Остроградского.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

1. Продемонстрирована принципиальная возможность построения в рамках теории Хорндески космологических сценариев без начальной сингулярности, которые являются полностью устойчивыми на всем протяжении эволюции, за счет выбора специального подкласса теорий, где динамика скалярных возмущений вырождается.

2. Расширен класс экспериментально допустимых теорий гравитации путем построения новой скалярно-векторно-тензорной теории, в которой скорости распространения гравитонов и фотонов совпадают автоматически, без тонкой настройки параметров модели, что согласуется с современными астрофизическими ограничениями.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанные в диссертации подходы и конкретные модели могут быть использованы для построения реалистичных сценариев эволюции ранней Вселенной, альтернативных инфляции, с последующей возможной экспериментальной проверкой. Полученная новая скалярно-векторно-тензорная теория открывает возможности для создания моделей темной энергии, согласующихся с наблюдательными данными, и предлагает новый путь для поиска модификаций гравитации, совместных с астрофизическими ограничениями.

Оценка достоверности результатов показала, что результаты диссертации получены с использованием строгого математического аппарата современной теоретической физики, включая методы дифференциальной геометрии, теории возмущений и вариационного исчисления, а также систем компьютерной алгебры для сложных вычислений. Полученные выводы согласуются с известными результатами других исследователей в соответствующих предельных случаях. Основные результаты диссертации прошли апробацию на ведущих международных конференциях и опубликованы в рецензируемых

научных журналах. Таким образом, результаты диссертации обоснованы и достоверны.

Личный вклад соискателя состоит в том, что все основные результаты, представленные в диссертации, получены соискателем лично или при его определяющем участии. Вклад соискателя во всех опубликованных совместных работах по теме диссертации является ключевым.

На заседании 25 сентября 2025 года диссертационный совет принял решение присудить Штенниковой Арине Михайловне ученую степень кандидата физико-математических наук за вклад в исследование космологических возмущений в теориях модифицированной гравитации и изучение скалярно-векторно-тензорных теорий.

При проведении тайного голосования, диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.3.3 — Теоретическая физика, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за - 18, против - 0, недействительных бюллетеней - 1.

Председатель

диссертационного совета 24.1.163.01

доктор техн. наук, чл.-корр. РАН

_____ Кравчук Л.В.

Ученый секретарь

диссертационного совета 24.1.163.01

кандидат физ.-мат. наук

_____ Демидов С.В.

25.09.2025

М.П.