Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Математический институт им. В.А. Стеклова
Российской академии наук
(МИАН)

ул. Губкина, д. 8, Москва, 119991 Тел.: +7(495) 984 81 41 Факс: +7(495) 984 81 39
http://www.mi-ras.ru E-mail: steklov@mi-ras.ru
ОКПО 02699547 ОГРН 1027739665436 ИНН/КПП 7736029594/773601001

«22» 09 2026 № 11102-2171/218
на № _____ от «___»_____202__

"ОТЗЫВ УТВЕРЖДАЮ"
Директор Математического
Института им. В.А. Стеклова
Российской академии наук
доктор физ.-мат. наук, академик РАН
[redacted]Д.В. Трещев
02 сентября 2026 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации – Федерального государственного бюджетного учреждения науки Математического института им. В.А. Стеклова Российской академии наук на диссертацию Садекова Дамира Ильдаровича «Квантовая теория поля в неинвариантных состояниях», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. – Теоретическая физика

Актуальность темы диссертационной работы

Диссертация Садекова Дамира Ильдаровича посвящена исследованию квантовой теории поля в нестационарных ситуациях и неинвариантных начальных состояниях на внешних классических фонах. Работа охватывает как сильные внешние поля, так и искривленное пространство-время де Ситтера. Исследование квантовых эффектов в таких условиях представляет значительный интерес, поскольку выбор начального состояния может существенно влиять на динамику квантовых полей и наблюдаемые физические величины. Особую актуальность имеют вопросы рождения частиц в сильных фоновых полях, релаксации корреляционных функций после резкого возмущения квантовой системы, а также возникновения и пересуммирования растущих со временем квантовых поправок в пространстве де Ситтера. Подобные эффекты имеют непосредственное отношение к физике ранней Вселенной и к изучению квантовых полей в искривленном пространстве-времени. Таким образом, выбранная тема является актуальной и соответствует современным направлениям исследований квантовой теории поля.

Содержание работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав основного текста, заключения и десяти приложений. Общий объем диссертации составляет 123 страницы, включая 11 рисунков. Список литературы содержит 163 наименования.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, приведен обзор литературы по квантовой теории поля в нестационарных состояниях и на внешних фонах, а также сформулированы положения, выносимые на защиту.

В первой, обзорной, главе излагаются необходимые инструменты, используемые в последующих главах. Рассматривается квантование скалярного поля в регионе Пуанкаре пространства де Ситтера, состояние Банча–Дэвиса и формализм Келдыша–Швингера для вычисления корреляционных функций на нестационарном фоне.

Во второй главе исследуется фермионное поле в вечном внешнем постоянном однородном электрическом поле. Рассматривается физически допустимый класс начальных состояний, совместимых с корректным ультрафиолетовым поведением. Вычисляется вакуумное среднее электрического тока. Показано, что для одного из рассматриваемых состояний индуцированный ток обращается в нуль, тогда как для других состояний он расходится из-за вечного действия электрического поля.

В третьей главе вводится понятие глобального квенча как унитарного возмущения равновесного начального состояния и исследуется динамика двухточечных корреляционных функций свободного скалярного поля. Для безмассового поля в четырехмерном пространстве Минковского показано отсутствие релаксации двухточечной функции на больших временах: коррелятор растет логарифмически со временем. Для массивного поля релаксация присутствует и имеет осциллирующий характер. Для пространства де Ситтера показано, что характер релаксации после квенча зависит от массы поля.

В четвертой главе для легких скалярных полей в расширяющемся регионе Пуанкаре пространства де Ситтера исследуются растущие со временем однопетлевые поправки к корреляционным функциям в теории с кубическим взаимодействием. Показано, что основной растущий вклад дают нелокальные диаграммы лестничного типа, тогда как диаграммы более сложной топологии оказываются подавленными. На этой основе построено уравнение Дайсона–Швингера, позволяющее пересуммировать вклад лестничных диаграмм, и получено частное решение.

В пятой главе вычисляется однопетлевое эффективное действие Швингера–Келдыша для возмущений метрики пространства де Ситтера, индуцированное взаимодействием с квантовым скалярным полем. Показано, что в тензорном, то есть поперечно-бесследовом, секторе эффективная масса гравитона равна нулю. В скалярном секторе для легких полей получены нетривиальные вклады в эффективное действие.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации и обозначены области их возможного применения, включая космологию ранней Вселенной, физику квантовых полей в искривленном пространстве-времени и эффекты сильных фоновых полей.

В приложениях приведены вспомогательные вычисления, необходимые для получения основных результатов работы, включая детали решения уравнений движения, интегральные представления, а также рассмотрение эффективной массы фотона в пространстве анти-де Ситтера.

Новизна исследований и полученных результатов

Основные результаты диссертационной работы являются оригинальными и получены автором в ходе самостоятельного научного исследования.

- Получено, что вакуумное среднее электрического тока, возникающего вследствие рождения фермионных пар в постоянном однородном электрическом поле, существенно зависит от выбора начального состояния, а для одного из рассматриваемых состояний ток обращается в нуль.
- Разработан подход к исследованию динамики двухточечных корреляционных функций скалярного поля после глобального квенча и установлены различия в характере релаксации в плоском пространстве-времени и в пространстве де Ситтера. В плоском пространстве-времени релаксация двух-точечных корреляторов отсутствует для безмассового скалярного поля, а в пространстве де Ситтера степень релаксации зависит от массы поля.
- Показано, что для легких скалярных полей в пространстве де Ситтера основной вклад в секулярно растущие поправки дают нелокальные диаграммы лестничного типа, что позволяет провести их пересуммирование с помощью уравнения Дайсона–Швингера. Получено частное решение такого уравнения.
- Показано отсутствие эффективной массы гравитона в тензорном секторе однопетлевого эффективного действия, индуцированного квантовым скалярным полем в пространстве де Ситтера. Выявлены нетривиальные вклады в эффективное действие в скалярном секторе гравитации.

Обоснованность выводов и достоверность научных результатов

Полученные результаты основаны на применении методов квантовой теории поля на внешних классических фонах и формализма Келдыша–Швингера, а также на систематическом исследовании петлевых поправок и уравнений Дайсона–Швингера. Результаты диссертации опубликованы в четырех статьях в международных рецензируемых журналах, индексируемых базами Web of Science и Scopus. Результаты работы докладывались на семинарах и всероссийских и международных конференциях в 2020–2025 годах. Садеков Д.И. выступил с докладом по материалам диссертации на семинаре Отдела теоретической физики МИАН 1 апреля 2026 года, где активно участвовал в дискуссии и отвечал на многочисленные вопросы участников семинара.

Значимость для науки и практики

Полученные результаты расширяют представления о квантовой теории поля в неинвариантных начальных состояниях и на внешних нестационарных фонах. Они могут быть использованы при исследовании квантовых эффектов в сильных электрических полях, динамики квантовых полей в искривленном пространстве-времени, секулярных квантовых поправок в пространстве де Ситтера и задач, связанных с квантовыми эффектами в космологии ранней Вселенной.

Замечания по работе

По диссертационной работе можно сделать следующие замечания. В Главе 4 получен ответ для коррелятора в скалярной теории поля с учетом квантовых поправок, но не обсуждаются конкретные космологические предсказания, которые можно сделать на основе этого результата. Также в Главе 4 приводится уравнение Дайсона-Швингера для суммирования секулярно растущих петлевых поправок, но нет обсуждения дополнительных условий, которые однозначно задают решение этого уравнения. Стоит отметить, что эти замечания носят рекомендательный характер для дальнейшего

исследования. Из мелких недочетов отметим наличие журнала «Unknown» в ссылках [85], [98], [99]. Указанные замечания носят частный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение по работе

Диссертационная работа Садекова Дамира Ильдаровича выполнена на высоком научном уровне и вносит вклад в развитие квантовой теории поля в неинвариантных состояниях и на внешних нестационарных фонах. Полученные результаты представляют интерес для дальнейшего исследования квантовых эффектов в сильных полях и искривленном пространстве-времени, а также для задач квантовой теории поля в космологии.

Диссертация Садекова Дамира Ильдаровича «Квантовая теория поля в неинвариантных состояниях» является законченной научно-квалификационной работой, в которой решены важные научные задачи в области квантовой теории поля и космологии ранней Вселенной. Содержание диссертации полно и точно отражено в автореферате.

Работа соответствует всем требованиям, изложенным в «Положении о присуждении ученых степеней», утверждённом Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Садеков Дамир Ильдарович, безусловно заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3 – «Теоретическая физика».

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании отдела теоретической физики Математического института им. В.А. Стеклова РАН «1» сентября 2026 года.

Отзыв составил

доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник МИАН



Н.А. Славнов

Зав. отделом теоретической физики МИАН,
доктор физико-математических наук



А.В. Зотов

Список публикаций сотрудников ведущей организации по теме диссертации

1) Aref'eva, Irina Ya. and Hajilou, Ali and Nikolaev, Alexander and Slepov, Pavel, "Holographic QCD running coupling for light quarks in strong magnetic field", Phys. Rev. D 110, (2024) 086021

2) I. Y. Arefeva, A. A. Golubtsova and E. Gourgoulhon, "Holographic drag force in 5d Kerr-AdS black hole", JHEP 04, 169 (2021)

3) D. S. Ageev and I. Y. Arefeva, "Thermal density matrix breaks down the Page curve", Eur.Phys.J.Plus 137 (2022) 10, 1188

4) Ageev, D. S. and Aref'eva, I. Ya. and Belokon, A. I. and Ermakov, A. V. and Pushkarev, V. V. and Rusalev, T. A., "Infrared regularization and finite size dynamics of entanglement entropy in Schwarzschild black hole", Phys.Rev.D 108 (2023) 4, 046005

5) Arefeva I. Ya. and Volovich I., "Violation of the third law of thermodynamics by black holes, Riemann zeta function and Bose gas in negative dimensions." Eur.Phys.J.Plus 139 (2024) 3, 300

6) Ageev, D. S. and Aref'eva, I. Ya. and Belokon, A. I. and Pushkarev, V. V. and Rusalev, T. A., " Entanglement entropy in de Sitter: no pure states for conformal matter", JHEP 05, 308 (2024)

7) Aref'eva, Irina Ya. and Hajilou, Ali and Slepov, Pavel and Usova, Marina, "Running coupling for holographic QCD with heavy and light quarks: Isotropic case", Phys.Rev.D 110 (2024) 12, 126009

8) Aref'eva, Irina Ya. and Rannu, Kristina and Slepov, Pavel, "Holographic anisotropic model for light quarks with confinement-deconfinement phase transition", JHEP 06 (2021) 090

9) Dmitry S. Ageev, Vladimir A. Bykov, "From confinement to chaos in AdS/CFT via nonequilibrium local states", Phys. Rev. D 113, 046014 (2026)

10) Ageev, Dmitry S. and Pushkarev, Vasilii V. and Zueva, Anastasia N., "Spectral form factors for curved spacetimes with a horizon", Phys. Rev. D 112, 086012 (2025)

11) Dmitry S. Ageev, Aleksandr I. Belokon, Vasilii V. Pushkarev, "From locality to irregularity: introducing local quenches in massive scalar field theory", JHEP 05 (2023) 188, JHEP 12 (2023) 184 (erratum)

12) Dmitry S. Ageev, Andrey A. Bagrov, Aleksandr I. Belokon, Askar Iliasov, Vasilii V. Pushkarev, and Femke Verheijen, "Local quenches in fracton field theory: Lieb-Robinson bound, noncausal dynamics and fractal excitation patterns", Phys.Rev.D 110 (2024) 6, 065011.

13) Dmitry S. Ageev, Irina Ya. Aref'eva, and Timofei A. Rusalev, "Black holes, cavities, and blinking islands", Phys.Rev.D 111 (2025) 2, 026002