ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.262.04 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 28 сентября 2026 года № 64

О присуждении Садекову Дамиру Ильдаровичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Квантовая теория поля в неинвариантных состояниях» по специальности 1.3.3 — Теоретическая физика принята к защите 25 мая 2026 года (протокол заседания № 57) диссертационным советом 24.1.262.04 созданным 18 октября 2023 года приказом № 1975/нк на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53.

Соискатель Садеков Дамир Ильдарович, 24 июля 1998 года рождения, в 2022 году окончил Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки «Прикладные математика и физики». С 2022 года обучался в аспирантуре МФТИ по научной специальности 1.3.3 «Теоретическая физика» (группа научных специальностей 1.3 «Физические науки») и закончил её в 2026 году. Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана МФТИ в 2026 году. С 2022 г. работает в Лаборатории физики высоких энергий МФТИ в должности младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа Д.И. Садекова выполнена в МФТИ.

Научный руководитель: доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Лаборатории физики высоких энергий МФТИ, заведующий кафедрой теоретической физики им. Л.Д. Ландау МФТИ, Ахмедов Эмиль Тофик оглы.

Официальные оппоненты:

1. Кривонос Сергей Олегович, доктор физико-математических наук, начальник отдела современной математической физики Лаборатории теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ),
2. Семенов Андрей Георгиевич, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Отделения теоретической физики им. И.Е. Тамма Физического института им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН),

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – ФГБУН Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук (МИАН), в своем положительном отзыве, составленном ведущим научным сотрудником МИАН, доктором физико-математических наук Славновым Никитой Андреевичем и утвержденным заведующим отделом теоретической физики МИАН, доктором физико-математических наук Зотовым Андреем Владимировичем указала, что диссертация удовлетворяет требованиям, изложенным в Положении о присуждении ученых степеней, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., а соискатель заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Соискатель имеет 7 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 4 работы в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Web of Science.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем Д.И. Садековым работах.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. E. T. Akhmedov, A. V. Anokhin, D. I. Sadekov. Currents of created pairs in strong electric fields. International Journal of Modern Physics A, 2021, Vol. 36, No. 19, 2150134.

2. Damir Sadekov. Effective graviton mass in de Sitter space. Physical Review D 109, 085001 (2024).

3. E. T. Akhmedov, V. I. Lapushkin, D. I. Sadekov. Light fields in various patches of de Sitter spacetime. Physical Review D 111, 125015 (2025).

4. Ivan A. Belkovich, Damir Sadekov, Gleb S. Zverev. Global quenches and correlator dynamics in de Sitter space. Physical Review D 113, 065027 (2026)

Выбор Кривоноса Сергея Олеговича в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием мирового уровня в области математической физики, включая методы квантовой теории поля, суперсимметрии и точно решаемых моделей, что непосредственно связано с математическим аппаратом, используемым в диссертации.

Выбор Семенова Андрея Георгиевича а в качестве оппонента обоснован его высокой квалификацией и наличием достижений мирового уровня в области неравновесной квантовой теории поля, в том числе связанных с диаграммной техникой Швингера–Келдыша, а также рядом работ по квантовой теории поля в этом контексте, непосредственно примыкающих к тематике диссертации.

Выбор ведущей организации обоснован тем, что Математический институт им. В.А. Стеклова (МИАН) является центром исследований

мирового уровня в области физики элементарных частиц, физики высоких энергий и квантовой теории поля.

Диссертационная работа Д.И. Садекова посвящена исследованию квантовой теории поля в нестационарных условиях и при неинвариантных начальных состояниях квантовых полей на фоне сильных внешних воздействий — постоянного электрического поля и расширяющегося пространства-времени де Ситтера.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что целый ряд задач современной теоретической физики, от процессов в ранней Вселенной до эффектов в системах с интенсивными электромагнитными и гравитационными полями, не может быть последовательно описан в рамках привычной теории возмущений вблизи устойчивого вакуума. Ответ на вопрос о поведении квантовой системы в таких условиях оказывается чувствительным к тому, каким было её начальное состояние, а квантовые поправки способны неограниченно накапливаться со временем. Построение и развитие математического аппарата, позволяющего корректно работать в подобных нестационарных ситуациях, представляет самостоятельный интерес как для теории поля в искривлённом пространстве-времени, так и для космологии ранней Вселенной.

На основании выполненных соискателем исследований были получены следующие основные результаты:

1. Вычислено вакуумное среднее электрического тока, индуцированного рождением пар заряженных фермионов на фоне постоянного однородного внешнего электрического поля, для определённого класса начальных фоковских состояний. Показано, что для состояний этого класса ток растёт пропорционально длительности действия поля, кроме одного выделенного состояния, для которого ток обращается в нуль.

2. Построен метод расчёта эволюции двухточечного коррелятора скалярного поля после мгновенного унитарного возмущения (квенча) равновесного начального состояния. На его основе установлено, что в пространстве Минковского безмассовое поле не выходит на новое

стационарное значение коррелятора при больших временах, в отличие от массивного поля, для которого это происходит. В пространстве де Ситтера дальнейшая эволюция коррелятора после квенча определяется величиной массы поля.

3. В модели скалярного поля с кубическим взаимодействием на фоне расширяющегося региона Пуанкаре пространства де Ситтера проанализирована структура однопетлевых поправок, нарастающих со временем. Установлено, что при малой массе поля в состоянии Банча–Дэвиса определяющий вклад в такой рост дают диаграммы лестничного типа, тогда как другие типы диаграмм подавлены. Для суммы лестничных диаграмм выписано интегральное уравнение типа Дайсона–Швингера и построено его частное решение.

4. Получено однопетлевое эффективное действие для возмущений метрики пространства де Ситтера, наведённое их взаимодействием с квантовым скалярным полем, в рамках техники Келдыша-Швингера. Из анализа этого действия установлено, что для тензорных мод гравитационных возмущений эффективная масса не генерируется, тогда как в скалярном секторе возмущений взаимодействие со скалярным полем приводит к нетривиальным вкладам.

Научная новизна работы обусловлена совокупностью новых результатов, которые были получены в квантовой теории поля на фоне сильных внешних полей. В частности, показано, что вакуумный ток фермионов в постоянном электрическом поле определяется выбором начального состояния и найдено начальное состояние, для которого индуцированный ток обращается в нуль. Предложен метод исследования эволюции корреляторов квантовых полей после глобального квенча. С его помощью изучено поведение корреляторов в плоском пространстве и в пространстве де Ситтера. Установлено, что для лёгких скалярных полей в пространстве де Ситтера среди секулярно растущих петлевых поправок к пропагатору Келдыша доминируют лестничные диаграммы. Найдено однопетлевое эффективное действие Швингера–Келдыша для космологических возмущений метрики, взаимодействующих с квантовым полем на фоне региона Пуанкаре пространства де Ситтера. Показано, что в

тензорном секторе гравитации эффективная масса не возникает.

Теоретическая и практическая значимость результатов, полученных в диссертационной работе, определяется возможностью их применения в исследованиях по квантовой теории поля в нестационарных условиях и в пространстве-времени с ненулевой кривизной, а также в космологии ранней Вселенной и в теории инфляции. Предложенные в работе методы и найденные результаты могут быть востребованы при анализе квантовых эффектов, проявляющихся в сильных электрических и гравитационных полях. Кроме того, они применимы при изучении неравновесной динамики квантовых полей. Полученные выводы создают основу для дальнейших исследований как в области квантовой теории поля, так и в космологии.

Достоверность проведенных автором теоретических исследований подтверждается надежностью применявшегося в исследовании математического аппарата теоретической физики, согласием ряда частных результатов с результатами других авторов, а также представлением результатов на семинарах и международных научных конференциях.

Одна их работ, включенных в диссертацию, написана соискателем единолично, в работах с соавторами все основные научные результаты, включенные в диссертацию Садекова Д.И., получены при его непосредственном участии.

В ходе защиты соискатель Садеков Д.И. аргументированно ответил на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания ведущей организации и оппонентов.

На заседании 28 сентября 2026 года диссертационный совет принял решение присудить Д.И. Садекову учёную степень кандидата физико-математических наук за решение научных задач по исследованию квантовой теории поля в нестационарных условиях и при неинвариантных начальных состояниях, включая установление зависимости вакуумного тока фермионов от начального состояния на фоне сильного электрического поля, разработку метода описания эволюции корреляторов квантовых полей после глобального квенча, вычисление и пересуммирование секулярно растущих петлевых поправок, вычисление однопетлевого эффективного действия для

гравитационных возмущений, взаимодействующих с квантовым полем в пространстве де Ситтера.

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве **12** человек, из них **12** докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (1.3.3 – Теоретическая физика), участвовавшие в заседании, из 14 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени – **12**,

против присуждения учёной степени – **0**,

недействительных бюллетеней – **0** .

Председатель диссертационного
совета член-корр. РАН, д.ф.-м.н.

Арсеев Пётр Иварович

Учёный секретарь диссертационного совета
д.ф.-м.н.

Чернышов Дмитрий Олегович

28 сентября 2026 г.