

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

«30» 06 2026 № 11102-2171/142
на № _____ от «___» _____ 202__

“ОТЗЫВ УТВЕРЖДАЮ”

Директор Математического
института им. В.А. Стеклова
Российской академии наук
Доктор физ.-мат. наук,
академик РАН
Д.В. Трещев

» _____ 2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Математический институт им. В.А. Стеклова
Российской академии наук (МИАН)

на диссертационную работу Артемьева Александра Андреевича
“Корреляционные функции в теории струн и квантовой гравитации
Лиувилля”, представленную на соискание учёной степени кандидата
физико-математических наук по специальности 1.3.3 Теоретическая
физика

Модели двумерной квантовой гравитации представляют огромный интерес в теоретической и математической физике. Дело в том, что в низкоразмерных моделях принципиально возможно вычислять корреляционные функции в стандартном подходе квантовой и конформной теорий поля. Эти «игрушечные модели» позволяют отвечать на некоторые вопросы и в физически интересном случае четырёх

пространственно-временных измерений, который гораздо более сложен. Интересна также интерпретация моделей двумерной гравитации как специальных примеров некритических теорий струн, а также их связь с математическими объектами, такими, как пространства модулей комплексных кривых. Этим обусловлена **актуальность темы** диссертации.

Диссертационная работа Александра Андреевича Артемьева посвящена исследованию так называемой минимальной теории струн, или минимальной лиувиллевой гравитации; в частности, её гипотетического дуального описания в подходе матричных моделей. Несмотря на то, что гипотеза дуальности была выдвинута много лет назад и позволяет эффективно вычислять корреляционные функции в этой модели, она до сих пор полностью не объяснена. **Научная новизна** исследования обеспечивается применением к этой задаче ранее не используемых в этом контексте математических методов, таких, как топологическая рекурсия. Благодаря этому получены оригинальные результаты: впервые аналитически продемонстрировано совпадение результатов матрично-модельного и теоретико-полевого подходов для амплитуд на торе, продемонстрирована связь амплитуд в минимальной теории струн с объемами пространств модулей поверхностей постоянной кривизны с коническими дефектами, а также получены явные общие ответы для амплитуд в минимальной струне, предсказываемые матрично-модельным подходом. **Практическая значимость** полученных результатов определяется их применимостью в других задачах теоретической и математической физики; например, использованием в других моделях двумерной гравитации, таких, как теория гравитации Джакива–Тейтельбойма и её деформации, а также возможностью применения к исследованию непертурбативных эффектов в теории струн.

Диссертация Артемьева А.А. состоит из введения, четырёх глав и заключения. Во введении приведен обзор известных в литературе результатов по теме, обоснована актуальность, сформулированы цели и задачи, описаны научная новизна и практическая значимость. Автором представлены четыре положения, выносимые на защиту.

Первая глава является вводной. В ней даются необходимые сведения из двух подходов к минимальной теории струн; в частности, дан обзор общих фактов о конформной теории поля Лиувилля и минимальных моделях конформной теории поля. Матрично-модельный подход изложен в формулировке топологической рекурсии, после чего на этом языке сформулирована гипотеза дуальности на уровне корреляционных чисел. Также приведены явные ответы для амплитуд, полученные в литературе ранее.

Во второй главе описан метод аналитического вычисления одноточечной амплитуды на торе в $(2, 2p+1)$ минимальной теории струн в подходе конформной теории поля. Показано, что для этой цели может быть обобщён метод «высших уравнений

движения» в теории Лиувилля, успешно примененный ранее для случая четырехточечной амплитуды на сфере. Этот подход позволяет представить интегрируемую по пространству модулей корреляционную функцию в виде полной производной, что сводит вычисление амплитуды к анализу граничных вкладов в интеграл и позволяет прийти к явному ответу, согласующемуся с матрично-модельным подходом

В третьей главе исследуется «квазиклассический» предел струнных амплитуд, когда центральный заряд в лиувиллевом секторе стремится к бесконечности. Выдвинута гипотеза, что в этом пределе амплитуды имеют геометрическую интерпретацию — они вычисляют объемы пространств модулей поверхностей с коническими дефектами, ассоциированные с кэлеровыми метриками Зографа–Тахтаджяна. Это метрики, для которых классическое лиувиллево действие выступает в качестве кэлерова потенциала. На примере четырехточечной амплитуды на сфере проводится вычисление классического действия с помощью конформного бутстрапа и «метода монодромии». Вычисленные из этих подходов объемы согласуются с квазиклассическим пределом выражений для амплитуд, что подтверждает гипотезу.

В четвертой главе $(2, 2p + 1)$ -минимальная теория струн исследуется в подходе топологической рекурсии. Получены две общие формулы для амплитуд: в определенной области параметров они сводятся к ранее исследованным в литературе « p -деформированным объемам», для которых также получена формула в терминах теории пересечений на пространстве модулей кривых, а для более общих значений параметров предложена переформулировка гипотезы дуальности, связанная со стандартной так называемой « x – y заменой». Продемонстрировано, что эта переформулировка автоматически включает в себя «резонансные преобразования» — нелинейную замену констант связи, ранее предложенную для согласования корреляторов в двух подходах, что существенно упрощает вычисление амплитуд.

В заключении кратко изложены основные результаты диссертации.

Диссертационная работа представляет собой завершённое научное исследование, посвящённое актуальной тематике. В работе получены оригинальные научные результаты: впервые аналитически продемонстрировано совпадение результатов матрично-модельного и теоретико-полевого подходов для амплитуд на торе, продемонстрирована связь амплитуд в минимальной теории струн с объемами пространств модулей поверхностей постоянной кривизны с коническими дефектами, а также получены явные общие ответы для амплитуд в минимальной струне, предсказываемые матрично-модельным подходом. Полученные результаты являются согласующимися с известными данными других авторов, что подтверждает их достоверность. Личный вклад автора в полученные результаты является решающим. По теме диссертации опубликовано четыре статьи в российских и зарубежных журналах, входящих в перечень ВАК. Автореферат точно отражает содержание диссертации и опубликованных

работ, полностью раскрывая их ключевые положения.

В работе имеются некоторые несущественные опечатки, что не отражается на высокой оценке диссертации.

Заключение. Вне сомнения диссертационная работа А.А. Артемьева является научной квалификационной работой и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Правительством Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Артемьев Александр Андреевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Отзыв составил
доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник МИАН

Доклад А.А. Артемьева заслушан на заседании отдела теоретической физики Математического института им. В.А. Стеклова РАН 24 июня 2014 года, рассмотрен и одобрен на заседании отдела теоретической физики 24 июня 2014 года.

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

бков

Зотов