

Федеральное государственное бюджетное предприятие

Математический институт им. В.А. Стеклова
Российской академии наук

119991, г. Москва, ул. Губкина, д. 8

тел. +7(495) 984 81 41, факс +7(495) 984 81 39

e-mail: steklov@mi.ras.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. директора ФГБУН Математического
института им. В.А. Стеклова

Российской академии наук,
член-корр. РАН



Д.В. Трещев

2.09.14

Отзыв ведущей организации на диссертацию
Галахова Дмитрия Максимовича

Дуальности в квантовой теории поля

представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

Представленная Д.М. Галаховым диссертационная работа посвящена исследованию явления дуальности между различными моделями в различных количествах измерений. Дуальность оказывается довольно мощным и популярным средством изучения непертурбативных явлений в различных областях теоретической физики. Спектр связанных с дуальностями актуальных вопросов довольно широк, он включает в себя поведение систем в режиме сильной связи, интегрирование уравнений ренорм-группы, вычисление точных спектров элементарных возбуждений, различные вопросы физики фазовых переходов, а также теории струн. В диссертации рассматриваются струнно-калибровочная дуальность в реализации Малдасены (дуальность AdS/CFT), связывающая конформную теорию поля в сильной связи на границе пространства анти-де-Ситтера и теорию гравитации (теорию струн) в самом объеме этого пространства, а также недавно открытая дуальность между двумерной теорией

поля и четырехмерной суперсимметричной теорией Янга-Миллса. Оба типа дуальности имеют глубокую связь с интегрируемыми моделями. Все это свидетельствует о фундаментальном характере вопросов, рассмотренных в диссертационной работе Д.М. Галахова, а также об актуальности проведенных исследований.

Во введении дана общая характеристика работы: актуальность темы, поставленные задачи, сформулированы полученные результаты.

Во второй главе проводится сравнение выражений для минимальной площади мировой поверхности струны в пространстве анти-де-Ситтера с заданным граничным контуром и двойным контурным интегралом вдоль этого граничного контура. Двойной интеграл по контуру, скомпанованному из светоподобных импульсов, согласно гипотезе Берна-Диксона-Смирнова, должен отвечать амплитуде глюонов в суперсимметричной теории Янга-Миллса. В работе систематически описаны пертурбативные поправки к точно решаемому случаю, когда и выражение для минимальной площади, и выражение для контурного интеграла известны. Посчитаны поправки как раз до того порядка, когда эти выражения начинают отличаться. Показано, что совпадение членов пертурбативных разложений низкого порядка вызвано наличием в задаче конформной симметрии, более того сама форма разложения может быть фиксирована, исходя из этой симметрии и некоторых дополнительных предположений. С помощью замены переменных по типу Мивы, применяемой в интегрируемых моделях, получена форма обсуждаемых выражений в явно конформно инвариантных терминах, что при рассмотрении в большем количестве измерений позволяет получить выражение, по своим свойствам напоминающее производную Шварца.

В третьей главе применяется дуальность Алдая-Гайотто-Тачикавы к исследованию связи между эффективной теорией на доменной стенке между двумя S-дуальными теориями Янга-Миллса и инвариантами узлов. Сравниваются выражения для следа модулярного ядра в двумерной конформной теории поля, отвечающий эффективной статсумме теории на доменной стенке, и для инварианта Хиками для узла 4_1 , несмотря на схожесть общей формы этих выражений, они оказываются отличными, в частности в "законах сохранения" для переменных интегрирования. Предложена альтернативная дуальность между теорией Черна-Саймнса, средние в которой задаются инвариантами Хиками, и пятимерной теорией Янга-Миллса.

В четвертой главе исследуется само выражение для модулярного ядра в двумерной конформной теории поля. Согласно дуальности Алдая-Гайотто-Тачикавы, модулярному преобразованию конформных блоков отвечает преобразование S-дуальности в суперсимметричной теории Зайберга-Виттена. Выражение для модулярного ядра при этом построено как обобщение преобразования S-дуальности на функции Некрасова. Применены методы топологической рекурсии для построения пертурбативного выражения, и до достаточно высокого порядка в пертурбативном разложении показано, что модулярное ядро не отличается от преобразования Фурье.

В пятой главе развит непертурбативный матрично-модельный подход к построению модулярного ядра. Получены матрично-модельные выражения, аналогичные операторам Верлинде в двумерной конформной теории поля, или обобщенным операторам Вильсона-'т Хоофта в суперсимметричной теории Янга-Миллса. Алгебраических свойств этих операторов оказывается достаточно для получения выражение для модулярного ядра как сплетающего оператора для оператора Вильсона и опера-

тора 'т Хоофта, которые S-дуальны друг другу.

В заключении дается оценка полученных результатов и намечаются пути возможных дальнейших исследований.

К недостаткам диссертации следует отнести недостаточное количество примеров реализации дуальности между теорией Черна-Саймонса и пятимерной теорией Янга-Миллса и эффективной теорией на доменной стенке, описанными в главе 3. Также довольно поверхностно упомянут вопрос о роли интегрируемых моделей в рассмотренных примерах дуальностей. Интересно также было бы продолжить квазиклассическое приближение, применяемое при проверке соотношений Зайберга-Виттена в пятой главе, на случай квантовых спектральных кривых. Текст диссертации содержит умеренное количество стилистических неточностей и опечаток, а изложение материала автором местами косноязычно.

Перечисленные замечания не снижают ценности проделанной работы, которая является законченным научным трудом. Результаты работы опубликованы в отечественных и зарубежных научных журналах и докладывались на международных конференциях, а сам автор проявил себя как вполне сложившийся исследователь. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Подводя итог, можно с уверенностью сказать, что диссертационная работа "Дуальности в квантовой теории поля" удовлетворяет требованиям "Положения о порядке присуждения ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемого к кандидатским диссертациям, а сам ее автор Д. М. Галахов заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - "Теоретическая физика".

Отзыв утвержден на заседании Отдела Теоретической Физики МИАН 02 сентября 2014 года.

*Отзыв составил ведущий научный сотрудник,
доктор физ.-мат. наук*

*Отдел Теоретической Физики МИАН
119991, г. Москва, ул. Губкина, д. 8
+7 (495) 984-81-41
e-mail: pogreb@mi.ras.ru*



А.К. Погребков

*Андрей Константинович
Погребков*