

## Отзыв научного руководителя

на диссертацию **Зенкевича Егора Андреевича**

«Спектральная дуальность в калибровочных теориях, конформной теории поля и интегрируемых системах», представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02, теоретическая физика.

Релятивистская квантовая теория поля является основным инструментом физики элементарных частиц. Вычисления на основе теории возмущений в Стандартной модели физики частиц (с добавлением масс нейтрино), построенной на основе квантовой теории поля, позволяют получить предсказания для множества различных процессов, которые находятся в прекрасном согласии с результатами всех известных экспериментов. Тем не менее, при описании многих процессов в режиме сильной связи, например в квантовой хромодинамике, стандартные методы вычислений по теории возмущений оказываются неприменимы. Одним из возможных подходов к преодолению этой трудности является применение дуальностей — соответствий между двумя различными моделями квантовой теории поля, связывающих режим сильной связи в одной модели с режимом слабой связи в другой. Хотя многие дуальности считаются хорошо установленными теоретически, большинство из них не доказано и требует проверки.

В диссертационной работе Е.А. Зенкевича произведена проверка и изучены следствия спектральной дуальности, связывающей, в частности, две различные пятимерные  $N=1$  суперсимметричные калибровочные теории. Калибровочные теории такого типа связаны с классическими интегрируемыми системами. В первой части работы для конкретной модели в нескольких порядках разложения по инстантонам проверена гипотеза, обобщающая эту связь на квантовые интегрируемые системы. При этом калибровочная теория претерпевает так называемую некрасовскую деформацию.

С другой стороны, посредством еще одной дуальности — соответствия Алдая-Гайотто-Тачикавы (АГТ) — калибровочные теории удастся связать с

двумерными конформными теориями поля. Во второй и третьей частях работы доказана дуальность между двумя квантовыми интегрируемыми системами, одна из которых соответствует четырехмерной калибровочной теории, а другая — двумерной конформной теории. Выяснено, что эта дуальность является частным случаем спектральной дуальности. В четвертой части полученные результаты обобщаются на две интегрируемые системы, соответствующие пятимерным калибровочным теориям, также связанным спектральной дуальностью. При изучении возникающих в этих случаях интегрируемых систем выведен ряд тождеств и новых выражений для производящих функций интегралов движения.

Пятая и шестая части посвящены дальнейшему прояснению связи между дуальностью АГТ и спектральной дуальностью для различных калибровочных и конформных теорий. Построен специальный базис в гильбертовом пространстве конформной теории, воспроизводящий разложение по инстантонам в калибровочной теории. Для вычисления матричных элементов в этом базисе использовано интегральное представление Доценко-Фатеева. В этом представлении выведены рекуррентные соотношения (петлевые уравнения) для корреляторов, с помощью которых удалось провести вычисления в нескольких первых порядках разложения по инстантонам. В случае  $q$ -деформированной конформной теории интегралы в представлении Доценко-Фатеева заменяются на суммы. Показано, что эти суммы в точности соответствуют структуре сумм по элементам полученного специального базиса. В этом заключается еще одно, возможно наиболее интересное, проявление спектральной дуальности в конформной теории поля.

При выполнении диссертационной работы Е.А. Зенкевич проявил себя как самостоятельный, талантливый физик-теоретик. Он продемонстрировал уверенное владение наиболее современными методами квантовой теории поля, способность адекватно ставить задачи и анализировать сложные вопросы. Результаты, полученные в ходе работы над диссертацией, опубликованы в ведущих отечественных и зарубежных журналах.

Таким образом, диссертационная работа Е.А.Зенкевича безусловно соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, ее автор несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Главный научный сотрудник Отдела теоретической физики  
ИЯИ РАН, доктор физико-математических наук,  
академик РАН

В.А. Рубаков

10.06.2015

Подпись В.А. Рубакова удостоверяю.

Ученый секретарь ИЯИ РАН

А.Д. Селидовкин