

Отзыв научного руководителя

на диссертацию Шахманова Викентия Юрьевича

“Структура петлевых интегралов в суперсимметричных калибровочных теориях”, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика.

Суперсимметрия является одним из наиболее значимых открытий в области квантовой теории поля. Суперсимметричные теории являются инвариантными относительно преобразований, которые перемешивают между собой бозонные и фермионные поля. Исследование таких моделей представляет большой интерес как с экспериментальной, так и с теоретической точек зрения. В частности, поиск суперсимметричных партнеров частиц Стандартной Модели в настоящее время активно проводится на Большом Адронном Коллайдере. С теоретической точки зрения суперсимметричные теории особенно привлекательны благодаря своим замечательным свойствам в ультрафиолетовой области. Так, среди них имеется ряд моделей, полностью свободных от ультрафиолетовых расходимостей, к которым, в частности, относится $N=4$ суперсимметричная теория Янга—Миллса. Однако при построении суперсимметричных обобщений Стандартной модели обычно используются теории с $N=1$ суперсимметрией. В них ультрафиолетовые расходимости существуют. Тем не менее, благодаря $N=1$ суперсимметрии, расходимости в различных функциях Грина оказываются связанными друг с другом. Так, известна связь между бета-функцией и аномальной размерностью суперполей материи. Обычно ее называют “точной NSVZ бета-функцией”. Для $N=1$ суперсимметричной теории Янга—Миллса это выражение дает точное во всех порядках выражение для бета-функции в виде суммы геометрической прогрессии. Тем не менее, в неабелевом случае строго вывода этого выражения с помощью суммирования ряда теории возмущений в настоящее время еще нет. Более того, только недавно была сформулирована гипотеза о

том, как выглядит схема перенормировки, в которой получается NSVZ бета-функция. Для этого само NSVZ соотношение потребовалось переписать в новой форме, которая связывает бета-функцию с аномальными размерностями квантового калибровочного поля, духов Фаддеева—Попова и киральных суперполей материи. В работе В.Ю.Шахманова эта новая форма NSVZ соотношения проверяется явными вычислениями по теории возмущений, которые проводятся с использованием регуляризации высшими ковариантными производными, которая впервые была предложена А.А.Славновым. Именно использование этой регуляризации позволяет выявить закономерности структуры квантовых поправок, которые приводят к появлению NSVZ бета-функции, в частности, факторизацию петлевых интегралов в интегралы от двойных полных производных, а также сделать предположение о том, как выглядит NSVZ схема во всех порядках теории возмущений. В работе В.Ю. Шахманова новая форма NSVZ соотношения была проверена с помощью сравнения двухпетлевой бета-функции с аномальными размерностями квантовых полей теории в однопетлевом приближении. Однако, схемная зависимость в этом приближении не проявляется. Поэтому также была исследована связь между вкладами в трехпетлевую бета-функцию, пропорциональными четвертой степени юкавских констант, и аналогичными вкладами в аномальную размерность суперполей материи. Сравнение показало, что NSVZ соотношение для таких слагаемых верно, если ренормгрупповые функции определены в терминах голой константы связи. При использовании перенормированного языка в общем случае NSVZ соотношение не выполняется из-за схемной зависимости. Однако в работе было показано, что ранее сформулированное в виде гипотезы предписание, определяющее NSVZ схему, действительно дает ее в рассматриваемом приближении и для слагаемых рассматриваемого типа. Кроме того, аналогичная проверка сделана и для некоторых слагаемых, квадратичных по юкавским константам. Все перечисленные выше результаты, безусловно, представляют значительный научный интерес. Они

были опубликованы в ведущих научных журналах и доложены на конференциях.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.02 — теоретическая физика (по физико-математическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертация Шахманова Викентия Юрьевича рекомендуется к защите по специальности 01.04.02 — теоретическая физика в диссертационном совете МГУ.01.06.

Кандидат физико-математических наук,
доцент кафедры теоретической физики



Пронин П.И.

Дата отзыва
11.06.2018

Подпись П.И. Пронина заверяю
Ученый секретарь Ученого Совета физического факультета
МГУ им. М.В.Ломоносова
Профессор



В. А.Караваев