

Отзыв научного руководителя

на диссертацию **Широкова Ильи Евгеньевича**

«Автоматизация вычислений квантовых поправок в суперсимметричных теориях»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3.- теоретическая физика.

Диссертация Широкова Ильи Евгеньевича посвящена исследованию определенных квантовых поправок в $N=1$ суперсимметричных теориях, регуляризованных высшими ковариантными производными, и разработке программного обеспечения для автоматизации их вычисления.

В настоящее время калибровочные теории с $N=1$ суперсимметрией рассматриваются как наиболее вероятные кандидаты на описание физики за рамками Стандартной модели и привлекают большое внимание как теоретиков, так и экспериментаторов. С теоретической точки зрения особенный интерес вызывает ультрафиолетовое поведение таких теорий, поскольку в них имеется целый ряд соотношений, связывающих между собой расходящиеся квантовые поправки к различным величинам. Одним из таких соотношений является точная β -функция Новикова, Шифмана, Вайнштейна и Захарова (NSVZ), которая во всех порядках теории возмущений связывает β -функцию с аномальной размерностью суперполей материи. Однако только недавно с использованием регуляризации высшими ковариантными производными (впервые предложенной Андреем Алексеевичем Славновым) было построено перенормировочное предписание, при котором оно справедливо. При этом другими важными преимуществами этой регуляризации являются математическая непротиворечивость и то, что она формулируется в размерности $D=4$. Тем не менее, ее недостатком является существенное усложнение вычислений благодаря наличию новых вершин с высшими производными. Поэтому вопросы о нахождении квантовых поправок при использовании этой регуляризации и автоматизации процесса вычислений оказываются крайне

актуальными.

В диссертации было проведено вычисление целого ряда вкладов в эффективное действие для $N=1$ суперсимметричных калибровочных теорий, регуляризованных высшими ковариантными производными, в таких высоких порядках теории возмущений, где становится существенной схемная зависимость ренормгрупповых функций. Полученные при этом результаты позволили проверить ряд общих утверждений, лежащих в основе пертурбативного вывода NSVZ соотношения и построения всепетлевого перенормировочного предписания, дающего NSVZ схему. При этом Илья Евгеньевич разработал специальную компьютерную программу, которая в перспективе позволит автоматизировать вычисления квантовых поправок с использованием суперполевого формализма для $N=1$ суперсимметричных теорий, регуляризованных высшими ковариантными производными. В настоящее время она позволяет вычислять аномальную размерность суперполей материи для $N=1$ суперсимметричной электродинамике (SQED) с N_f ароматами в заданном числе петель. При этом программа доводит результат вычисления суперграфов до импульсного интеграла, который затем необходимо исследовать отдельно. С использованием разработанной Ильей Евгеньевичем программы аномальная размерность суперполей материи в $N=1$ SQED с N_f ароматами была вычислена в трехпетлевом приближении в произвольной ξ -калибровке, что, с использованием NSVZ соотношения (для ренормгрупповых функций, определенных в терминах голой константы связи) позволило вычислить четырехпетлевую β -функцию рассматриваемой теории.

На мой взгляд, полученные в диссертации результаты являются очень интересными. Они были опубликованы в ведущих мировых научных журналах, а также докладывались на международных и российских конференциях. Мне кажется, что Илья Евгеньевич показал себя способным молодым ученым, умеющим решать сложные задачи в рамках квантовой теории поля. Написанная им программа имеет важное практическое значение и большие перспективы для развития. Так, например, автоматизация аналогичных вычислений в неабелевом случае позволила бы решить целый ряд очень интересных и значимых задач.

По моему мнению, содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.3.3.– теоретическая физика и критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Я рекомендую диссертацию Широкова Ильи Евгеньевича к защите по специальности 1.3.3.– теоретическая физика в диссертационном совете МГУ.011.2.

Доктор физико-математических наук,

доцент кафедры теоретической физики

К.В. Степаньянц

Дата отзыва

Подпись К.В. Степаньянца заверяю:

Ученый секретарь Ученого Совета физического факультета

МГУ им. М.В. Ломоносова

Профессор

В.А. Карavaев