

## Заключение диссертационного совета МГУ.011.2

по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от «17» ноября 2022 г. № 6

О присуждении Широкову Илье Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Автоматизация вычислений квантовых поправок в суперсимметричных теориях» по специальности 1.3.3.- «теоретическая физика» принята к защите диссертационным советом 6 октября 2022 года, протокол № 1.

Соискатель Широков Илья Евгеньевич, 1995 года рождения, в 2022 году окончил аспирантуру физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».

Соискатель работает в должности научного сотрудника на кафедре теоретической физики физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Диссертация выполнена на кафедре теоретической физики физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент кафедры теоретической физики физического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова» Степаньянц Константин Викторович.

Официальные оппоненты:

1. Борк Леонид Владимирович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник центра фундаментальных и прикладных

исследований ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова»;

2. Катаев Андрей Львович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник отдела теоретической физики ФГБУН «Институт ядерных исследований РАН»;

3. Арбузов Андрей Борисович, доктор физико-математических наук, профессор РАН, начальник сектора Лаборатории теоретической физики имени Н.Н.Боголюбова Объединенного института ядерных исследований дали положительные отзывы на диссертацию.

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ, из них 6 статей, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.3. – «теоретическая физика».

Перечень основных публикаций:

[1] Kazantsev A. E., Kuzmichev M. D., Meshcheriakov N. P., Novgorodtsev S. V., Shirokov I. E., Skoptsov M. B. and Stepanyantz K. V. Two-loop renormalization of the Faddeev-Popov ghosts in  $\mathcal{N} = 1$  supersymmetric gauge theories regularized by higher derivatives. // Journal of high energy physics. — 2018 — Vol. 1806 — P. 20 (импакт фактор WoS: 5.810)

[2] Kuzmichev M. D., Meshcheriakov N. P., Novgorodtsev S. V., Shirokov I. E. and Stepanyantz K. V. Three-loop contribution of the Faddeev–Popov ghosts to the  $\beta$ -function of  $\mathcal{N} = 1$  supersymmetric gauge theories and the NSVZ relation. // European physical journal C. — 2019 — Vol. 79 — P. 809 (импакт фактор WoS: 4.590)

[3] Aleshin S. S., Durandina I. S., Kolupaev D. S., Korneev D. S., Kuzmichev M. D., Meshcheriakov N. P., Novgorodtsev S. V., Petrov I. A., Shatalova V. V. and Shirokov I. E., et al. Three-loop verification of a new algorithm for the calculation of a  $\beta$ -function in supersymmetric theories regularized by higher derivatives for

the case of  $\mathcal{N} = 1$  SQED. // Nuclear Physics B. — 2020 — Vol. 956 — P. 115020 (импакт фактор WoS: 2.759)

[4] Kuzmichev M. D., Meshcheriakov N. P., Novgorodtsev S. V., Shirokov I. E. and Stepanyantz K. V. Finiteness of the two-loop matter contribution to the triple gauge-ghost vertices in  $\mathcal{N} = 1$  supersymmetric gauge theories regularized by higher derivatives. // Physical Review D. — 2021 — Vol. 104 — P. 025008 (импакт фактор WoS: 5.296)

[5] Kuzmichev M. D., Meshcheriakov N. P., Novgorodtsev S. V., Shatalova V. V., Shirokov I. E. and Stepanyantz K. V. Finiteness of the triple gauge-ghost vertices in  $\mathcal{N} = 1$  supersymmetric gauge theories: the two-loop verification. // European physical journal C. — 2022 — Vol. 82 — P. 69 (импакт фактор WoS: 4.590)

[6] Shirokov I. E. and Stepanyantz K. V. The three-loop anomalous dimension and the four-loop  $\beta$ -function for  $\mathcal{N} = 1$  SQED regularized by higher derivatives // Journal of high energy physics. — 2022 — Vol. 2204 — P. 108 (импакт фактор WoS: 5.810)

На диссертацию и автореферат дополнительных отзывов не поступило.

Выбор официальных оппонентов обосновывался их компетентностью в областях квантовой теории поля, суперсимметрии, а также компьютерной алгебры, которым посвящена диссертация. Они являются ведущими российскими специалистами в данных областях и имеют публикации в высокорейтинговых журналах по смежным с диссертацией темам. Список публикаций оппонентов за последние пять лет был представлен диссертационному совету.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований были получены новые результаты в области многопетлевых вычислений в суперсимметричных теориях. Отдельно нужно

отметить, что соискателем была создана программа для аналитического вычисления квантовых поправок в  $N=1$  суперсимметричной электродинамике. С её помощью впервые с применением регуляризации высшими ковариантными производными, предложенной академиком А.А. Славновым в 1971 году, была получена трехпетлевая аномальная размерность суперполей материи в  $N=1$  суперсимметричной электродинамике с  $N_f$  ароматами. На основании этого результата с помощью соотношения Новикова—Шифмана—Вайнштейна—Захарова была получена бета-функция данной теории в четырех петлях. Кроме того, было продемонстрировано, что во всех петлях существует схема, в которой в данных ренормгрупповых функциях сохраняются лишь схемно-независимые части. Программа, созданная автором, может быть в дальнейшем применена к широкому классу суперсимметричных калибровочных теорий.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. В  $N=1$  суперсимметричной теории Янга—Миллса, регуляризованной высшими ковариантными производными был вычислен ряд двухпетлевых вкладов в аномальную размерность духов Фаддеева-Попова, а также некоторые трёхпетлевые вклады в бета функцию, которые оказались связаны друг с другом в точности в соответствии с НШВЗ – соотношением.
2. Вычислены некоторые вклады в тройную духово-калибровочную функцию Грина в  $N=1$  суперсимметричной теории Янга—Миллса, регуляризованной высшими производными, которые позволили справедливость теоремы о неперенормировке тройных духово-калибровочных вершин.
3. Впервые получена трехпетлевая аномальная размерность суперполей материи в  $N=1$  суперсимметричной электродинамике, а также

четырёхпетлевая бета-функция, что позволило изучить интересные схемно-зависимые свойства данной теории в высоких порядках теории возмущения.

На заседании 17 ноября 2022 г. диссертационный совет принял решение присудить Широкову И.Е. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 14 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 17 человек, входящих в состав совета (дополнительно введены на разовую защиту 0 человек), проголосовали: за — 14, против — 0, недействительных бюллетеней — 0.

Председатель

диссертационного совета МГУ.011.2

профессор

Б.И. Садовников

Ученый секретарь

диссертационного совета МГУ.011.2

профессор

П.А. Поляков

17 ноября 2022 г.