

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.01
НА БАЗЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21.09.2017 № 108

О присуждении Углову Евгению Дмитриевичу ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Систематическое описание четырех-бозонных процессов в Стандартной Модели на однопетлевом уровне» по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц принята к защите 21.06.2017 (протокол № 103) диссертационным советом Д 720.001.01 на базе международной межправительственной организации «Объединенный институт ядерных исследований» (ОИЯИ), 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д.6, приказ Рособнадзора о создании совета № 1484-1047 от 11.07.2008; полномочия совета подтверждены приказом Минобрнауки РФ № 105/НК от 11.04.2012.

Соискатель **Углов Евгений Дмитриевич** 1983 года рождения.

В 2007 году соискатель окончил физический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова с квалификацией «Физик» по специальности «Физика атомного ядра и частиц». Освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Учебного-научного центра на базе международной межправительственной организации «Объединенный институт ядерных исследований» в период с 03.2007 г. по 03.2010 г. В настоящее время работает в международной межправительственной организации «Объединенный институт ядерных исследований» в должности помощника главного инженера

Института. Диссертация выполнена в Лаборатории ядерных проблем им. В.П. Дзелепова международной межправительственной организации «Объединенный институт ядерных исследований».

Научные руководители: доктор физико-математических наук **Калиновская Лидия Владимировна**, Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория ядерных проблем, ведущий научный сотрудник;

кандидат физико-математических наук **Бондаренко Сергей Григорьевич**, Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория теоретической физики, старший научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

Гвоздев Александр Александрович, доктор физико-математических наук, Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова, кафедра теоретической физики физического факультета, профессор;

Доркин Сергей Михайлович, кандидат физико-математических наук, Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московской области «Университет «Дубна»», доцент кафедры общей физики дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва» (Самарский университет), в своем положительном заключении, подписанном **Бирюковым Александром Александровичем** (кандидат физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей и теоретической физики), **Долгополовым Михаилом Вячеславовичем** (кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры общей и теоретической физики) и утвержденным **Прокофьевым Андреем Брониславовичем** (доктор технических наук, доцент, первый проректор – проректор по науке и инновациям) указала, что «Диссертация

Е.Д. Углова посвящена актуальной задаче обеспечения теоретической поддержки в анализе данных и фонов на LHC и будущих ускорителях-коллайдерах в столкновениях бозонов при фотон-фотонной моде для исследования новой физики и бозонов Хиггса, а также разработке вычислительной среды для аналитических и численных расчетов четырех-бозонных процессов. Исследование взаимодействия фотонов в области высоких энергий может предоставить новые косвенные данные об электрослабом взаимодействии, при этом отклонение от предсказаний Стандартной Модели может указывать на новую физику. Действительно исследования с использованием поляризованных пучков могут быть более эффективными. <...> Таким образом, представленное к защите диссертационное исследование затрагивает актуальную для физики элементарных частиц тему. <...> В первой главе введены принципы внедрения процессов в вычислительную среду, изложены предвычисления в Стандартной Модели, рассмотрены частные случаи для специальных функций. <...> Вторая глава посвящена внедрению процесса рассеяния света на свете через фермионные и бозонные петли в модули предвычислений, приводятся выражения для сечений и численные результаты. <...> При этом особое внимание уделено учету спиральностей и диапазону энергий. <...> В третьей главе описывается внедрение различных мод фотон-фотонного взаимодействия с деталями вычислений в перенормируемой калибровке с учетом масс виртуальных частиц. Рассмотрены базисы и спиральные амплитуды для различных каналов. <...> Четвертая глава содержит результаты согласно выстроенным принципам с учетом поляризационной физики. <...> Корректность аналитических результатов подтверждается несколькими факторами и имеет хорошее согласие с известными из литературы результатами. <...> В пятой главе диссертации описывается компьютерная часть системы SANC. Приведено техническое описание. В рамках реализации системы вычислений разработан генератор диаграмм и амплитуд, обладающие

рядом преимуществ, прежде всего по времени обработки. Сама программная среда ориентирована на общее пользование, что несомненно является плюсом<...>. Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. <...> все результаты своевременно опубликованы в престижных журналах, неоднократно докладывались на международных конференциях и известны специалистам. <...> Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации. <...> Диссертационное исследование «Систематическое описание четырех-бозонных процессов в Стандартной Модели на однопетлевом уровне» является научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям, а сам автор Углов Евгений Дмитриевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц».

Соискатель имеет 6 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 6 работ, из которых 6 опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК. Основные работы:

1. Bardin D., Kalinovskaya L., Uglov E. Standard Model light-by-light scattering in SANC: analytic and numeric evaluation // Ядерная физика. - 2010. - Vol. 73. - P. 1878-1888.

2. Bardin D. Yu., Kalinovskaya L. V., Uglov E. D. $Z \gamma\gamma \rightarrow 0$ processes in SANC // Ядерная физика. - 2013. - Vol. 76. - P. 1339-1344.

3. Andonov A. D., Kolesnikov V. A., Uglov E. D. The SANC project status and plans // Письма в журнал Физика элементарных частиц и атомного ядра. - 2011. - Vol. 8. - P. 765-767.

4. SANC system and its applications for LHC / R. Sadykov, A. Arbuzov, E. Uglov

et al. // Journal of Physics: Conference Series. - 2014. - Vol. 523. - P. 012043 (8 pp).

5. J functions for the process $ud \rightarrow WA$ / D. Yu. Bardin, L. V. Kalinovskaya, E. D. Uglov, W. von Schlippe // Ядерная физика. - 2016. - Vol. 79, no. 1. - P. 95-107.

6. SANC: the process $\gamma\gamma \rightarrow ZZ$ / D. Yu. Bardin, S. Bondarenko, E. D. Uglov et al. // Письма в журнал Физика элементарных частиц и атомного ядра. - 2017. - Vol. 14, no. 6.

Общий объем опубликованных работ по материалам диссертации составляет 48 печатных страниц. Работы [1-6] опубликованы в журналах, которые включены в международную систему цитирования Scopus и хорошо известны научному сообществу. Все журналы рецензируемые, опубликованные работы прошли серьезную всестороннюю проверку рецензентами – ведущими специалистами в области теоретической физики и физики высоких энергий.

Отзывы официальных оппонентов и ведущей организации положительные, но содержат следующие основные замечания, не снижающие общей высокой оценки научного уровня диссертации. В отзыве А.А. Гвоздева говорится: *«К недостаткам диссертации следует отнести: Большое количество глав при сравнительно небольшом объеме текста. По смыслу, первую и вторую главы можно объединить в первую главу, а третью и четвертую – во вторую. На стр. 16-20 Гл.1 приведено общее выражение амплитуды рассеяния света на свете в однопетлевом КЭД-приближении. Надо было четко указать, как получена амплитуда, сославшись на Гл.5, раздел 5.3 – генерация амплитуды процесса с приведением кода вычисления амплитуды процесса. На рис. 2.4. Гл.2. не видно, какие энергии отложены по горизонтальной оси (то же самое – в автореферате). В тексте пояснения написано «от МэВ до ГэВ» без указания численных значений. На стр.70-72 гл.6 приведена амплитуда процесса $ud \rightarrow WA$ не полностью описанная в пояснениях к формуле в тексте. В таблицах 6.1-6.3 Гл. 6 не указано, при каких значениях масс легких кварков вычислялась функция J_{sub} . В тексте пояснения к таблицам не*

объясняется, насколько сильно зависит эта функция от масс легких кварков.».

В отзыве С.М. Доркина говорится: «В качестве замечаний следует отметить, что авторскому стилю присущи некоторая небрежность при построении графиков и рисунков. Так же возможно, вынесение некоторых технических подробностей в приложения упростило бы изложение материала. Практическая и научная ценность диссертации состоит в возможном использовании созданных программных продуктов в процедурах анализа данных в современных экспериментах на LHC. Исследуя процессы при энергиях LHC изложение было бы более интересным, если бы представленные процессы были рассмотрены и в Минимальной Суперсимметричной Стандартной Модели. Кроме того, в диссертации не приведены алгоритм генерации амплитуд однопетлевых диаграмм, библиотеки и процедуры вычислений процессов, отсутствует сравнение с аналогичными полуавтоматическими системами для расчета петлевых процессов. Несмотря на указанные недостатки, диссертационная работа Углова Е.Д. «Систематическое описание четырех-бозонных процессов в Стандартной Модели на однопетлевом уровне» выполнена на высоком профессиональном уровне.».

Соискатель ответил на все замечания.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации основан на том, что оба оппонента являются видными специалистами, как в области теоретической физики, так и в области физики высоких энергий, а ведущая организация – одним из лидирующих научно-исследовательских институтов в области экспериментальной и теоретической физики. Это подтверждается многочисленными публикациями в журналах из списка ВАК, индексируемых в международных базах данных Web of Science и SCOPUS, а также высоким индексом цитируемости их работ.

Диссертационный совет отмечает, что в рамках проведённых соискателем исследований:

Разработана и реализована вычислительная среда процедур в системе SANC для расчета спиральных амплитуд, сечений процессов и ширин распадов четырех-бозонной физики в Стандартной Модели.

Получены аналитические выражения на однопетлевом уровне точности в мультисканальном подходе для спиральных амплитуд, сечений процессов и ширин распадов следующих процессов: $\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$, $\gamma\gamma \rightarrow Z\gamma$, $\gamma\gamma \rightarrow ZZ$.

Созданы автономные аналитические и фортранные модули вычисления сечений и ширины распада четырех-бозонных процессов для получения численных результатов и тщательного сравнения с другими программными продуктами и литературой.

Реализовано вычисление процесса $ud \rightarrow WA$ на партонном уровне, найден общий метод вычисления вспомогательных функций J типа Пассарино-Вельтмана.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что предложен единый подход к расчету четырех-бозонных процессов в Стандартной Модели на однопетлевом уровне точности, основанный на полуавтоматических символьных вычислениях. Реализована концепция стандартных модулей, как основного экспортного программного продукта системы SANC, с вычислением спиральных амплитуд, сечений и ширины распада, подготовленных к использованию в Монте-Карло генераторах.

Значение полученных соискателем результатов для практики заключается в возможности использования полученных результатов коллаборацией ATLAS для оценки теоретической неопределенности на однопетлевом уровне точности в прямых наблюдениях процесса рассеяния света на свете на собранной статистике в тяжелоионной моде на ускорителе LHC для поиска Новой физики с учетом эффектов поляризации.

Оценка достоверности результатов исследования обеспечивается: выбранным подходом к вычислению сечений рассматриваемых процессов в рамках Стандартной

Модели с учетом однопетлевых поправок по теории возмущений, контролем сокращения калибровочных параметров и технических расходимостей, сравнением с имеющимися в литературе расчетами. Сделанные предсказания во всех случаях были весьма консервативны и осторожны.

Личный вклад соискателя в решение рассматриваемых в диссертации задач является определяющим. Аналитические результаты и численные расчеты получены автором.

На заседании № 108 от 21 сентября 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Углову Е.Д. ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 5 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 16, против 1, недействительных бюллетеней 1.

Председатель

диссертационног

Воронов Виктор Васильевич

Ученый секретар

диссертационног

Быстрицкий Юрий Михайлович

21.09.2017