

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.03 НА БАЗЕ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета

от « 29 » сентября 2016 года, протокол № 535

О присуждении Голованову Георгию Анатольевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Многочастичные взаимодействия в протон-антипротонных столкновениях в эксперименте D0 на коллайдере Тэватрон» в виде рукописи по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц принята к защите 29 июня 2016 года, протокол № 534, диссертационным советом Д 720.001.03 на базе Международной межправительственной организации Объединенный институт ядерных исследований (141980, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д.6, приказ о создании диссертационного совета от 11.04.2012 № 105/нк).

Соискатель Голованов Георгий Анатольевич 1981 года рождения, в 2003 году окончил физический факультет Саратовского государственного университета по специальности «физика». Работает в должности научного сотрудника в Международной межправительственной научно-исследовательской организации Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ), Лаборатория ядерных проблем (ЛЯП) им. В.П. Джелепова, группа №1 Научно-экспериментального отдела физики адронов. Для подготовки диссертации и сдачи кандидатских экзаменов был прикреплен соискателем в Объединенном институте ядерных исследований. Удостоверение №2 о сдаче



кандидатских экзаменов по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц выдано в 2015 году в ОИЯИ.

Диссертация выполнена в Лаборатории ядерных проблем им. В.П. Джелепова Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель – Скачков Николай Борисович, доктор физ.-мат. наук, профессор, начальник группы Научно-экспериментального отдела физики адронов Лаборатории ядерных проблем им. В.П. Джелепова Объединенного института ядерных исследований.

Официальные оппоненты:

Катаев Андрей Львович, доктор физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник отдела теоретической физики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт ядерных исследований Российской академии наук;  
Мочалов Василий Вадимович, доктор физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник Отделения экспериментальной физики лаборатории поляризационных экспериментов Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт физики высоких энергий» НИЦ КИ,  
дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» в своем положительном отзыве, подписанном заведующим кафедрой теоретической физики, доктором физ.-мат. наук, профессором Бабковым Львом Михайловичем, указала, что диссертация Голованова Г.А. соответствует требованиям Постановления Правительства Российской Федерации №832 от 24 сентября 2013 г. «О порядке присуждения учёных степеней», предъявляемых к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц.



Соискатель имеет 9 опубликованных работ, из них 5 по теме диссертации, в том числе 4 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях. В опубликованных работах соискателя отражены основные результаты диссертации и положения, выносимые на защиту. Общий объем опубликованных работ по материалам диссертации составляет 70 печатных страниц. Все публикации по теме исследования выполнены при определяющем вкладе соискателя. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. V.M. Abazov, ... G.Golovanov, ... et al. Measurement of the differential cross-section for the production of an isolated photon with associated jet in  $p\bar{p}$  collisions at  $\sqrt{s}= 1.96$  TeV // Phys.Lett. B Vol. 666 (2008) Pp. 435–445;
2. V.M. Abazov, ... G.Golovanov, ... et al. Double parton interactions in  $\gamma+3$  jet events in  $p\bar{p}$  collisions  $\sqrt{s}= 1.96$  TeV // Phys.Rev. D Vol. 81 (2010) P. 052012;
3. Bandurin Dmitry, Golovanov Georgy, Skachkov Nikolai. Double parton interactions as a background to associated HW production at the Tevatron // JHEP 1104 (2011) P. 054;
4. V.M. Abazov, ... G.Golovanov, ... et al. Jet energy scale determination in the D0 experiment // Nucl.Instrum.Meth. A Vol. 763 (2014) Pp. 442–475.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы.

В отзыве Катаева А.Л. отмечено, что полученные в работе результаты уже активно используются в экспериментальных и теоретических исследованиях в ведущих научных центра мира и РФ, а проведенные исследования возможности описания полученных экспериментальных значений инициировали целый ряд научных работ, появившихся после публикации результатов диссертации. К недостаткам диссертации отнесено:

– Теоретическое введение написано по существу правильно, но небрежно, а в ряде формул отмечены опечатки и недочеты, такие как применение различных обозначений для функций партонных плотностей.

– В вводной части, определение константы связи КХД в формуле (1.5) приведено лишь в лидирующем порядке теории возмущений, в котором



упомянутое значение масштабного параметра КХД  $\Lambda = 200 \text{ МэВ}$  не состыкуется с приведенной на Рисунке 1.1 приведенной энергетической зависимостью константы связи КХД, извлеченной из характеристик различных процессов с учетом высших поправок ТВ КХД. Более того, приведенное в формуле (1.5) определение не состыкуется с общемировым значением этого параметра  $\alpha_s(M) \approx 0.1185$  (см. Рисунок 1.1).

– Допущены недочеты при цитировании ряда работ. Так в ссылке 13 не указана дата сообщения. В этом месте следовало бы уточнить ссылку на рис. 1.3, построенный уже после однозначного обнаружения бозона Хиггса на LHC. Аналогичная неточность встречается в ссылке 80.

В отзыве Мочалова В.В. отмечено, что в результате работы получены новые и важные результаты, такие как впервые при энергии 1.96 ТэВ в с.ц.м. измеренные величины доли и эффективного сечения процессов с двухпартоными взаимодействиями, являющиеся наиболее точным по сравнению с предыдущими измерениями. В качестве замечаний отмечено следующее:

– С точки зрения стилистики некоторые разделы диссертации читаются тяжело, и чем ближе к концу диссертации, тем сложнее читать текст. Это по-видимому, связано с использованием оригинального английского текста, огромным объемом представляемого материала и необходимостью вписать его в ограниченный объем диссертации, а также с наличием некоторых опечаток, затрудняющих понимание текста.

– Непонятно, какие новые переменные (или набор переменных), чувствительные к кинематике двухпартоных взаимодействий, предложены автором. Ранее на стр. 111-112 указано, что используемые переменные были предложены ранее в других публикациях.

– При описании узлов экспериментальной установки было бы полезно привести ссылки на работы, детально описывающие данные детекторы.

Критические замечания, отмеченные в отзыве ведущей организации:

– На рисунке 1.4 приводятся параметризации функций партоных



плотностей для  $u$ ,  $\bar{u}$ ,  $d$ -кварков и глюонов. Не лишним было бы отображение на графиках аналогичной параметризации для  $\bar{d}$ -кварка, как еще одного валентного кварка, участвующего в протон-антипротонных столкновениях.

– В разделе 1.3 (стр. 18) общепринятый в специальной литературе термин “К-фактор” употребляется в значении отношения сечений следующего за лидирующим (NLO) к лидирующему (LO) порядку теории возмущений, в то время как в разделе 5.4 (стр. 105) он понимается в смысле коэффициента нормализации теоретических предсказаний сечений к экспериментально измеренным сечениям, что вносит определенную путаницу.

– В Приложении В (стр. 145) приведено сравнение различных моделей пространственной плотности партонов с использованием измеренного значения эффективного сечения множественных партонных взаимодействий. Данное приложение содержит интересный результат, связанный с оценкой среднеквадратичного радиуса протона, который несомненно имеет право быть внесенным в основной текст диссертации в виде отдельного раздела.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

– разработана экспериментальная методика анализа данных установки D0, позволяющая произвести измерение доли событий с двухпартонными взаимодействиями в данных в исследуемом процессе  $p\bar{p} \rightarrow \gamma + 3jets$  и эффективного сечения  $\sigma_{eff}$  – феноменологического параметра, содержащего информацию о пространственном распределении партонов в адронах;

– исследована зависимость эффективного сечения от поперечного импульса следующей за лидирующей струи  $p_T^{jet2}$ , интерпретируемого как



энергетическая шкала второго партонного взаимодействия;

– предложен подход, в рамках которого экспериментально измеренное значение  $\sigma_{eff}$ , впервые при энергии Тэватрона, позволило оценить величину фона от событий с двухпартонными взаимодействиями к процессу  $p\bar{p} \rightarrow WH$ ;

– доказана перспективность изучения процессов с многопартонными взаимодействиями в задачах поиска редких процессов и оценки фона к ним на существующих и будущих ускорителях;

– разработана экспериментальная методика, позволившая впервые произвести измерение тройного дифференциального сечения процесса  $p\bar{p} \rightarrow \gamma + jet + X$ .

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

– применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс существующих базовых теоретических моделей, реализованных в Монте-Карло генераторах PYTHIA, SHERPA, JETPHOX, позволивший осуществить прямые сравнения с величинами доли событий с двухпартонными взаимодействиями и тройного дифференциального сечения процесса ассоциативного рождения «фотона+струя», экспериментально измеренными в диссертации;

– приведенные в диссертации результаты, инициировали ряд теоретических работ, в которых полученные данные описаны методами теории возмущений КХД с дополненными непертурбативными условиями, а также используются в разработке обобщения использованных методов для изучения тройного партонного рассеяния.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

– разработана методика анализа данных, которая неоднократно использовалась впоследствии для изучения различных процессов с многопартонными взаимодействиями в эксперименте D0. Данная методика не

теряет своей актуальности для расширения исследований процессов с многопартонными взаимодействиями на БАК и будущих ускорителях;

– представлены методические рекомендации по применению переменных, чувствительных к кинематике процессов с многопартонными взаимодействиями, для уменьшения фона в задачах поиска редких процессов и показана эффективность их применения;

– экспериментально измеренные в диссертации величины необходимы для точной настройки параметров феноменологических моделей, описывающих процессы с многопартонными взаимодействиями, реализованных в различных Монте-Карло генераторах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– представленные результаты основаны на данных, полученных на откалиброванной и детально изученной экспериментальной установке D0;

– результаты автора, созданное им программное обеспечение обработки и анализа данных, а также экспериментальные методы, использованные в исследовании, прошли всестороннюю апробацию в коллаборации D0;

– использовано сравнение авторских результатов измерения параметра  $\sigma_{eff}$  с результатами, полученными ранее;

– установлено, что полученные результаты не противоречат в пределах неопределенности измерения, как более ранним, так и последующим результатам аналогичных измерений, проведенных на коллайдерах Тэватрон и БАК;

– выполненная работа поддержана коллаборацией D0, а результаты своевременно опубликованы.

Личный вклад соискателя состоит в:

– непосредственном участии в получении, обработке и анализе экспериментальных данных;

– активном участии в наборе статистики, где автор отвечал за систему сбора, накопления и передачи данных, а также за работу калориметра и мюонной



системы;

– непосредственном участии в разработке и внедрении методик и алгоритмов анализа данных установки D0;

– разработке программного обеспечения, необходимого на этапах обработки данных, моделирования и проведения статистических и численных расчетов;

– личном участии автора в апробации результатов исследования на российских и международных конференциях, научных семинарах ЛЯП ОИЯИ и коллаборации D0.

На заседании 29 сентября 2016 г. диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и принял решение присудить Голованову Георгию Анатольевичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 7 докторов наук (отдельно по каждой специальности рассматриваемой диссертации), участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 16, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель

диссертационного совета

Русакович Николай Артемьевич

Ученый секретарь

диссертационного совета



Карамышева Галина Анатольевна

29 сентября 2016 г.