

УТВЕРЖДАЮ:

Декан физического факультета
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Московский государственный
университет имени М. В. Ломоносова»
профессор Сысоев Николай Николаевич



ноября

2015 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

физического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»

Диссертация «Распады V_c^+ мезона и поиск редкого распада $V_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ в эксперименте ATLAS» выполнена на кафедре общей ядерной физики физического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова».

В период подготовки диссертации аспирант Турчихин Семён Михайлович работал в отделе экспериментальной физики высоких энергий научно-исследовательского института ядерной физики имени Д. В. Скобельцына федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова» в должности младшего научного сотрудника.

В 2012 г. окончил физический факультет Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова по специальности «физика атомного ядра и частиц».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2015 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова».

Научный руководитель — доктор физико-математических наук, профессор Смирнова Лидия Николаевна, профессор кафедры общей ядерной физики отделения ядерной физики физического факультета федерального государственного бюд-

жетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Основные результаты, полученные в данной работе:

1. Для эксперимента ATLAS создан алгоритм триггерного отбора событий, содержащих распады В-мезонов $B \rightarrow \mu^+ \mu^- X$, производящий полную реконструкцию топологий отдельных распадов.
2. Разработана методика реконструкции и отбора распадов B_c^+ мезона $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^+$ и $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{*+}$ в эксперименте ATLAS, включающая построение каскада из двух смещённых вершин с пятью частицами в конечном состоянии.
3. Измерены отношения парциальных ширин распадов $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^+$ и $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{*+}$ к ширине распада $B_c^+ \rightarrow J/\psi \pi^+$ и доля поперечной поляризации дочерних частиц в распаде $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{*+}$. Имеющиеся в литературе теоретические предсказания указанных величин находятся в согласии с результатами измерения.
4. При поиске редкого распада $B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ в эксперименте ATLAS разработана методика оценки вклада фоновых событий от адронных распадов $B \rightarrow hh$ с использованием Монте-Карло моделирования ложной идентификации мюонов.
5. Установлен верхний предел на величину относительной парциальной ширины распада $B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ на интегральной светимости 4.9 фб^{-1} . Полученное ограничение $BR(B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-) < 1.5 \cdot 10^{-8}$ для доверительного интервала 95% согласуется с предсказаниями Стандартной Модели и результатами других экспериментов.

Личный вклад диссертанта состоял в активном участии в работе групп В-триггера и В-физики эксперимента ATLAS. Им был разработан алгоритм триггерного отбора распадов $B \rightarrow \mu^+ \mu^- X$, осуществлялась поддержка программного обеспечения триггера В-физики и сопутствующей инфраструктуры в сеансе Run 1, а также в сеансе Run 2. С октября 2014 г. диссертант занимает позицию заместителя координатора группы В-триггера.

Диссертант провёл физический анализ данных по измерению парциальных ширин распадов $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^+$ и $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{*+}$, и принимал активное участие в работе по поиску редкого распада $B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$, в рамках которой провёл оценку вклада

резонансных источников фона от распадов $B \rightarrow hh$, использованную затем при оптимизации критериев отбора сигнальных событий и установлении верхнего предела на относительную парциальную ширину распада.

Достоверность результатов, полученных в диссертации, определяется стабильными характеристиками детектора ATLAS в период набора данных, использованием в анализе стандартного программного обеспечения ATLAS и современных пакетов Монте-Карло моделирования физических процессов. Результаты находятся в согласии с аналогичными измерениями в экспериментах LHCb и CMS.

Научная новизна работы обусловлена тем, что результаты получены в крупнейшем эксперименте на Большом адронном коллайдере при недостижимых ранее значениях энергии и светимости соударений протонов.

Впервые в триггере высокого уровня ATLAS была разработана и использована методика полной реконструкции конечного состояния эксклюзивных распадов b-адронов с использованием треков, реконструированных во внутреннем детекторе.

Впервые в эксперименте ATLAS проведена полная реконструкция эксклюзивных распадов b-адрона с 5-частичным конечным состоянием и двумя смещёнными вершинами $B_c^+ \rightarrow J/\psi (\mu^+\mu^-) D_s^+(K^+K^-\pi^+)$ и выполнено измерение их свойств.

Ограничение на величину относительной парциальной ширины распада $B_s^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$ на интегральной светимости 4.9 фб^{-1} в эксперименте ATLAS было получено до опубликования результата коллаборации CMS на полной статистике Run 1 (25 фб^{-1}) по измерению этого распада.

Практическая значимость работы обусловлена важностью триггера B-физики для успешного проведения исследований свойств b-адронов в эксперименте ATLAS. Разработанные алгоритмы триггерного отбора распадов $B \rightarrow \mu^+\mu^-X$ уже применяются при анализе распада $B^0 \rightarrow \mu^+\mu^-K^{*0}$, и работают в сеансе Run 2.

Разработанная методика реконструкции и отбора кандидатов $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^+$ важна для дальнейшего поиска и измерения характеристик аналогичных распадов.

Методика оценки вероятности ложной реконструкции адронных треков как мюонов в детекторе, разработанная в ходе анализа по поиску распада $B_s^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$, может быть применена в различных физических задачах. Установленный верхний

предел на величину относительной парциальной ширины распада $B_s^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$ позволил ограничить область параметров ряда моделей Новой Физики.

Ход работы и результаты многократно обсуждались на рабочих совещаниях коллаборации ATLAS и совещаниях российских групп — участников ATLAS.

Результаты докладывались лично автором на конференциях и школах: 19-м международном семинаре «Нелинейные явления в сложных системах» (2012 г., Минск, Белоруссия); международных сессиях-конференциях секции ядерной физики ОФН РАН «Физика фундаментальных взаимодействий» (2012 г., МИФИ, Москва, Россия; 2013 г., ИФВЭ, Протвино, Московская обл., Россия); XXI International Workshop on Deep-Inelastic Scattering and Related Subjects (DIS 2013; 2013 г., Марсель, Франция); The 2014 European School of High-Energy Physics (ESHEP 2014; 2014 г., Гардерен, Нидерланды); 10th International Workshop on Heavy Quarkonium (Quarkonium 2014; 2014 г., CERN, Женева, Швейцария); The Third Annual Large Hadron Collider Physics Conference (LHCP 2015; 2015 г., С.-Петербург, Россия), а также на научном семинаре ОЭФВЭ НИИЯФ МГУ. Полученные результаты докладывались другими участниками коллаборации ATLAS на различных международных конференциях.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Процессы рождения и корреляции b-кварков при энергиях LHC / А. С. Болдырев, ..., С. М. Турчихин и др. // Ядерная физика. - 2011. - Т. 74, No 12. - С. 1712.
2. Мюонный триггер эксперимента ATLAS для pp соударений при 7 ТэВ / А. С. Болдырев, ..., С. М. Турчихин и др. // Ядерная физика и инжиниринг. - 2013. - Т. 4, 9-10. - С. 894.
3. Результаты эксперимента ATLAS по поиску редкого распада $B_s \rightarrow \mu^+\mu^-$ / А. С. Болдырев, ..., С. М. Турчихин и др. // Ядерная физика и инжиниринг. - 2013. - Т. 4, 9-10. - С. 826.
4. Aad G., ..., Turchikhin S. et al. (ATLAS Collaboration). Performance of the ATLAS muon trigger in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV // Eur. Phys. J. C. - 2015. - Vol. 75, No 3. - P. 120. - arXiv: 1408.3179 [hep-ex].
5. Aad G., ..., Turchikhin S. et al. (ATLAS Collaboration). Study of the $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^+$ and $B_c^+ \rightarrow J/\psi D_s^{*+}$ decays with the ATLAS detector // Eur. Phys. J. C. - 2015. - Vol. 76, No 1. - P. 4. - arXiv: 1507.07099 [hep-ex].
6. Smirnova L., Turchikhin S. Expected b-production at the LHC // Новости и проблемы фундаментальной физики. - 2011. - Т. 1, No 10. - С. 50.
7. Measurements and simulations of b and c-quark production at hadron colliders /

8. Recent results of the search of $B_s \rightarrow \mu^+ \mu^-$ rare decay from the ATLAS experiment /

A. Boldyrev, ..., S. Turchikhin et al. // Nonlinear dynamics and applications: Proceeding of the Nineteenth Annual Seminar NPC'S'2012. Vol. 19. - Minsk, Belarus, 2012. - P. 26.

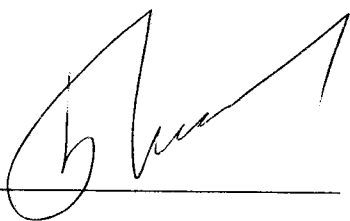
9. ATLAS Collaboration. Limit on $B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ branching fraction based on 4.9 fb^{-1} of integrated luminosity. // ATLAS Note ATLAS-CONF-2013-076. - Geneva: CERN, 2013

Из них статьи 1-5 входят в перечень рецензируемых научных изданий ВАК.

Таким образом, диссертация является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи, имеющей существенное значение для развития физики элементарных частиц.

Диссертация «Распады B_c^+ мезона и поиск редкого распада $B_s^0 \rightarrow \mu^+ \mu^-$ в эксперименте ATLAS» Турчихина Семёна Михайловича рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 «физика атомного ядра и элементарных частиц».


Заключение принято на заседании кафедры общей ядерной физики. Присутствовало на заседании 11 чел. Результаты голосования: «за» — 11 чел., «против» — 0 чел., «воздержалось» — 0 чел., протокол № 5 от «14» октября 2015 г.



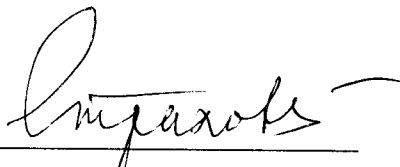
Заведующий кафедрой общей ядерной физики физического факультета МГУ доктор физико-математических наук, профессор Б. С. Ишханов

Заключение утверждено на заседании учёного совета НИИЯФ МГУ и ОЯФ

«30» октября 2015 г.



Директор НИИЯФ МГУ, профессор М. И. Панасюк



Секретарь учёного совета НИИЯФ МГУ и ОЯФ профессор С. И. Страхова