

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 201.004.01,

созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», по диссертации «Исследование процессов образование очарованных частиц в рА-взаимодействиях при 70 ГэВ/с»

НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета 2020-5 от 25.06.2020

О присуждении Кирыкову Андрею Алексеевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Исследование процессов образование очарованных частиц в рА-взаимодействиях при 70 ГэВ/с» по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий принята к защите 03.10.2019 (протокол заседания № 2019-6) диссертационным советом Д 201.004.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», 142281, пл. Науки, д.1, г. Протвино Московской области, приказ Минобрнауки РФ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Кирыков Андрей Алексеевич, 1978 года рождения, окончил физико-технический факультет Томского Политехнического Университета в 2001 году, работает научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Диссертация выполнена в отделении экспериментальной физики Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ, Воробьёв Александр Павлович.

### **Официальные оппоненты:**

Бережной Александр Викторович, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией тяжёлых кварков и редких распадов НИИЯФ МГУ;

Кузнецов Олег Михайлович, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Научно-экспериментального отдела спиновой структуры адронов и редких процессов ОИЯИ;

дали положительный отзыв на диссертацию.

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН), г. Москва, в своём положительном отзыве, подписанном Рябовым Владимиром Алексеевичем, доктором физико-математических наук, профессором, заместителем директора по научной работе ФИАН и Далькаровым Олегом Дмитриевичем, доктором физико-математических наук, профессором, руководителем Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН, указала, что диссертация А.А. Кирякова отвечает всем требованиям, установленным в «Положении о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий.

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 8 работ, из которых 6 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях и являются официальными публикациями Сотрудничества СВД, выполненными при проведении эксперимента SERP-E- 184 на ускорителе У-70 НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ:

1. Киряков А.А., Рябовиков В.Н., Кубаровский А.В., Попов В.В., «Методы реконструкции координат в кремниевых микростриповых детекторах», журнал Приборы и техника эксперимента, 2004, №5, с. 48-55.
2. А.Н. Алеев, ..., А.А. Киряков и др., «Регистрация рождения и распадов нейтральных очарованных мезонов в рА-взаимодействиях при 70 ГэВ на установке СВД-2», Ядерная Физика, 2010, том 73, №9, с. 1585-1596,  
arXiv:1004.3676
3. А.Н. Алеев, ..., А.А. Киряков и др., «Свойства нейтральных очарованных мезонов в рА-взаимодействиях при 70 ГэВ», Ядерная Физика, 2011, том 74, №2, с. 342–349,  
arXiv:1106.1563

4. А.Н. Алеев, ..., А.А. Киряков и др., «Регистрация заряженных очарованных  $D^+$  - мезонов в pA- взаимодействиях при 70 ГэВ на установке СВД-2», Ядерная Физика, 2014, том 77, №6, с. 756-764, arXiv:1311.1960
5. А.Н. Алеев, ..., А.А. Киряков и др., «Измерение сечения образования очарованных барионов в pA- взаимодействиях при 70 ГэВ/с», Ядерная Физика, 2016, том 79, №2, с. 106–116.
6. A. Aleev, ..., A. Kiriyaikov et al., «Charmed particles production in pA-interactions at  $\sqrt{s} = 11.8$  GeV», Eur. Phys. J. A (2017) 53: 45, DOI: 10.1140/epja/i2017-12230-9.

Все работы, вошедшие в диссертацию, выполнены при определяющем вкладе соискателя, что подтверждается официальным отзывом от Сотрудничества СВД.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

а) оппонента Бережного Александра Викторовича, который сделал следующие замечания к диссертационной работе:

1. в работе следовало бы более подробно обсудить методы вычисления и источники систематической погрешности при оценке эффективностей регистрации очарованных частиц;
2. на Рис. 4.11, где представлены события с нейтральными D-мезонами, крайняя левая точка (левый график) значительно ниже остальных точек и выброшена при фитировании. Следовало бы объяснить причину такого проседания фона;
3. не очень понятно, зачем для фитирования фона при выделении  $D^+$  и  $D^-$  мезонов использовался полином 6-й степени (см. Рис. 5.1 работы). Такой выбор параметризации приводит к тому, что при применении всех критериев отбора описывающая фон кривая ведёт довольно странным образом (см. Рис. 5.10 и 5.11). Тоже замечание относится и к фитированию сигнала от  $\Lambda_c^+$  (см. Рис. 6.1, 6.7 и 6.8);
4. следует также отметить, что в таблицах 4.3.2 и 4.3.3 не приведены неопределённости предсказаний сечений.

б) оппонента Кузнецова Олега Михайловича, который сделал следующие замечания к диссертационной работе:

1. при прочтении диссертации возникает вопрос о конечной статистике, и в каждом случае она представлена по-разному. Так в последней главе посвященной  $\Lambda_c^+$  "сырой" спектр инвариантных масс показывает значимость сигнала менее 3 сигма, а после "критериев отбора событий на пост-обработку" более 3 сигма;

2. для нейтральных D-мезонов "сырой" спектр инвариантных масс не показан, зато после "критериев отбора событий на пост-обработку" и визуального отбора указано наличие 51 одного события;
3. следующие важные заключения, почему-то не вынесены на защиту, хотя и указаны в научной новизне. Вклады заряженных и нейтральных D-мезонов в полные сечения образования открытого чарма в pA-взаимодействиях меняются с изменением энергии взаимодействия. Так, вклады  $D^0$ - и  $D^+$ -мезонов проявляют тенденцию к снижению с уменьшением энергии взаимодействия до 70 ГэВ, а вклады  $\bar{D}^0$ - и  $D^-$ -мезонов растут. Кроме того, растёт разница во вкладах частиц и античастиц в сечения образования открытого чарма в pA-взаимодействиях с уменьшением энергии взаимодействия.

в) ведущей организации (ФИАН), сделавшей следующие замечания:

1. в тексте присутствует несколько избыточное количество англицизмов. Термин элайнмент, возможно, имело бы смысл заменить более распространённым в русскоязычной литературе термином юстировка. Также не всегда необходимы англицизмы бим дамп, плот, брэнчинг и некоторые другие. Не всегда однородно представлены единицы измерения; например, ГэВ зачастую представлен в английской транскрипции;
2. в работе приведено сравнение полученных экспериментальных данных с монтекарловским генератором pA-столкновений FRITIOF. Возможно, для контроля автору следовало бы подумать над выполнением аналогичных моделирований и с другими существующими генераторами (Angantyr, HIJING).

Во всех поступивших отзывах дана общая положительная оценка на диссертацию, а также указано, что соискатель заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высочайшим уровнем их экспертизы в вопросах, на которых сосредоточена диссертация, обусловленным богатым опытом плодотворных исследований, подтверждаемым соответствующими публикациями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработан ряд новых методов анализа экспериментальных данных;

- введено понятие «пространства параметров треков  $\{a,b\}$ », основная задача которого – упростить представление и восприятие информации о событии (в части касающейся вершин). На основании данного представления разработаны: алгоритм поиска вершин по пространственно восстановленным трекам и его аналог для быстрой фильтрации событий на наличие «вторичных» вершин – поиск вершин по проекциям треков. Данное представление позволяет производить унификацию методов: «хит - трек», «трек - вершина».

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- полученные результаты, по сечениям инклюзивного образования очарованных частиц в рА-взаимодействиях при энергии  $\sqrt{s}=11.5$  ГэВ, дополняют скудную базу экспериментальных данных по данной теме;
- проведённая оценка относительных выходов очарованных частиц свидетельствует о наличии энергетической зависимости в околопороговой области энергий;
- измеренное полное сечение рождения «открытого» очарования на нуклоне при энергии  $\sqrt{s}=11.5$  ГэВ значительно выше предсказаний QCD моделей.

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

- разработан ряд новых методов анализа экспериментальных данных, которые могут быть использованы в анализе данных других экспериментов;
- представлены методические рекомендации для этапа планирования эксперимента: по расчёту порога дискриминации сигналов с микроstriповых детекторов; выбору номинала магнитного поля и его влияния на точность восстановления импульса, и эффективную апертуру спектрометра.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- экспериментальные оценки полного и парциальных инклюзивных сечений рождения частиц с открытым очарованием хорошо согласуются с данными экспериментов на пузырьковой камере СКАТ и установки БИС-2, ранее выполненных в ИФВЭ при близких энергиях ( $\sqrt{s} \sim 10$  ГэВ); при более высоких энергиях ( $\sqrt{s} > 100$  ГэВ), все экспериментальные оценки полного сечения  $\sigma$  (от коллабораций: ALICE, ATLAS, LHCb, STAR, PHENIX), за последние 10 лет, располагаются около верхней границы неопределённости теоретических оценок модели NLO pQCD;

- энергетическая зависимость относительных выходов очарованных частиц в околопороговой области энергий хорошо описывается в рамках статистической модели адронизации;
- для расчёта эффективностей использованы, хорошо зарекомендовавшие себя в физике высоких энергий, программы: FRITIOF, GEANT3.21.

Личный вклад соискателя:

- участие в эксперименте SERP-E-184, по набору статистики;
- Монте-Карло моделирование установки СВД-2 при помощи пакета GEANT3.21, включая описание установки с внесением пассивных конструкций, имитацию отклика детектирующих элементов установки согласно физическим принципам их работы и шумовым характеристикам электроники считывания, подключение выходных файлов генератора FRITIOF к пакету GEANT3.21 и определения формата выходных файлов генерации, моделирование триггера первого уровня установки;
- прецизионная настройка геометрии основных подсистем установки: Вершинный Детектор и магнитный спектрометр;
- создание системы первичного анализа данных, которая включает в себя восстановление координат пролёта и траекторий частиц; определение вершин взаимодействия и распадов (вторичные вершины), оценку импульсов частиц с учётом их заряда, а также первичные методы фильтрации событий направленные на выделение событий с вторичной вершиной;
- разработка критериев отбора событий для последующей обработки с целью поиска распадов очарованных частиц;
- анализ распадов очарованных частиц;
- расчёт эффективностей регистрации очарованных частиц методом Монте-Карло;
- расчёт эффективности работы триггера установки;
- расчёт сечений рождения очарованных частиц;
- участие в подготовке публикаций.

На заседании 25 июня 2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Кирякову А.А. учёную степень кандидата физико-математических наук.

Содержание диссертации полностью соответствует паспорту специальности 01.04.23 – Физика высоких энергий (по физико-математическим наукам). Диссертация соответствует критериям, определяемым п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 для докторских диссертаций.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 19, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель  
диссертационного совета

  
Тюрин Н.Е.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

  
Рябов Ю.Г.

25 июня 2020 г.

