

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт физики высоких энергий им. А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ)

25 июня 2020г.

Заседание Диссертационного совета

Д 201.004.01

Протокол № 2020-5

Стенограмма заседания Диссертационного совета Д 201.004.01

Защита диссертации Кирякова Андрея Алексеевича

«Исследование процессов образования очарованных частиц в рА-взаимодействиях при 70 ГэВ/с» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23– физика высоких энергий

Председательствующий: председатель Диссертационного совета Д 201.004.01 доктор физико-математических наук, профессор Тюрин Николай Евгеньевич.

Секретарь: учёный секретарь Диссертационного совета Д 201.004.01 кандидат физико-математических наук Рябов Юрий Григорьевич.

Всего членов Диссертационного совета: 22 человека.

Присутствуют: 19 человек.

На заседании присутствуют:

1. Тюрин Н.Е., доктор ф.-м. н., 01.04.02 – председатель;
2. Зайцев А.М., доктор ф.-м. н., 01.04.23 – заместитель председателя;
3. Рябов Ю.Г., канд. ф.-м. н., 01.04.23 – ученый секретарь Диссертационного совета;
4. Арбузов Б.А., доктор ф.-м. н., 01.04.02;
5. Герштейн С.С., доктор ф.-м. н., 01.04.02;
6. Денисов С.П., доктор ф.-м. н., 01.04.23;
7. Зайцев Ю.М., доктор ф.-м. н., 01.04.23;
8. Иванов С.В., доктор ф.-м. н., 01.04.20;
9. Качанов В.А., доктор ф.-м. н., 01.04.23;
10. Козуб С.С., доктор ф.-м. н., 01.04.20;
11. Мочалов В.В., доктор ф.-м. н., 01.04.23;
12. Образцов В.Ф., доктор ф.-м. н., 01.04.23;
13. Петров В.А., доктор ф.-м. н., 01.04.02;
14. Разумов А.В., доктор ф.-м. н., 01.04.02;
15. Саврин В.И., доктор ф.-м. н., 01.04.02;

16. Сенько В.А., доктор ф.-м. н., 01.04.20;
17. Ткаченко Л.М., доктор ф.-м. н., 01.04.20;
18. Трошин С.М., доктор ф.-м. н., 01.04.02;
19. Чесноков Ю.А., доктор ф.-м. н., 01.04.20.

Диссертационный совет Д 201.004.01 утвержден приказом на Федеральной службе по надзору в сфере образования и науки № 105/нк от 11 апреля 2002 года в составе 22 человек. На заседании присутствуют 19 членов совета, из них 6 докторов наук по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий, кворум имеется. На заседании также присутствует официальный оппонент доктор физ.-мат. наук Бережной Александр Викторович.

Н.Е. Тюрин объявляет повестку дня: Уважаемые коллеги, давайте начнем наши три заседания. На защиту представляется кандидатская диссертация, выполненная Андреем Алексеевичем Киряковым, на тему: «Исследование процессов образования очарованных частиц в рА-взаимодействиях при 70 ГэВ/с», по специальности «физика высоких энергий». Надо сказать, что эта диссертация у нас уже была защищена один раз успешно. Мы ее поддержали с вами единогласно, но в силу технической ошибки, допущенной по нашей вине, ВАК потребовал провести повторную защиту. Юрий Григорьевич, документы пожалуйста.

Ю.Г. Рябов представляет материалы, имеющиеся в деле: Соискатель Киряков Андрей Алексеевич, 1978 года рождения, окончил физико-технический факультет Томского Политехнического Университета в 2001 году, работает научным сотрудником в ИФВЭ. Диссертация выполнена в отделении экспериментальной физики ИФВЭ. Научный руководитель диссертанта: доктор физ.-мат. наук, главный научный сотрудник НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ, Воробьев Александр Павлович. Диссертационный совет принял диссертацию к защите в нашем институте и назначил официальными оппонентами: Бережного Александра Викторовича, гражданина Российской Федерации, доктора физ.-мат. наук, заведующего Лабораторией тяжелых кварков и редких распадов НИИЯФ МГУ; Кузнецова Олега Михайловича, гражданина Российской Федерации, доктора физ.-мат. наук, ведущего научного сотрудника Научно-экспериментального отдела спиновой структуры адронов и редких процессов ОИЯИ (он отсутствует по уважительной причине; положительное письменное заключение официального оппонента в деле имеется); ведущую организацию – ФИАН. В деле имеются все документы, документы соответствуют требованиям ВАК для защиты кандидатской диссертации.

Н.Е. Тюрин: Есть вопросы, коллеги, по этой части?... Нет? Тогда, Андрей Алексеевич, Вам слово для сообщения.

А.А. Киряков: Так как защищаюсь повторно, я постараюсь сделать сообщение покороче.

Актуальность темы исследования: все результаты по сечению образования очарованных частиц в адронных взаимодействиях у порога ($\sqrt{s} \sim 10 \text{ ГэВ}$), получены до 2000 года на установках первого и второго (гибридные установки) поколений, что значительно усложняет их интерпретацию; в последнее время появились теоретические предсказания, в рамках статистической модели адронизации, о значительном изменении относительных выходов очарованных частиц в околопороговой области энергий; все экспериментальные результаты по оценке полного сечения $\sigma_{\text{с}}$ за последние 10-15 лет, располагаются у верхней границы неопределённости теоретических предсказаний модели КХД. В данном случае на рисунке 1 представлена экспериментальная оценка полного сечения $\sigma_{\text{с}}$, для энергии $\sqrt{s} > 100 \text{ ГэВ}$ – pp-взаимодействия и для энергии $\sqrt{s} < 100 \text{ ГэВ}$ – pA-взаимодействия; сплошной линией представлены теоретические предсказания модели КХД; пунктирными линиями обозначены границы неопределённости теоретической модели КХД. Здесь хорошо видно, что все экспериментальные результаты за последние 10 - 15 лет (pp-взаимодействия) располагаются возле верхней границы неопределённости модели КХД.

Цели диссертационной работы: измерение сечений образования очарованных частиц в pA – взаимодействиях при импульсе пучка протонов 70 ГэВ/с на трёх мишенях: С (углерод), Si (кремний) и Pb (свинец); экспериментальная оценка полного сечения образования очарованных частиц; экспериментальная оценка относительных выходов очарованных частиц. Для достижения поставленных целей необходимо было решить следующие задачи: проанализировать основные требования к детекторам установки и глобально – создать программный продукт системы обработки данных.

Общая характеристика диссертационной работы: в диссертации обобщены результаты экспериментальных исследований образования очарованных частиц в околопороговой области энергии их рождения, выполненных на установке СВД-2, описана экспериментальная установка и, разработанная для этого эксперимента, методика обработки экспериментальных данных. Для проведения исследований использовалась статистика, полученная в pA-взаимодействиях при импульсе протонного пучка 70 ГэВ/с ($\sqrt{s} = 11.5 \text{ ГэВ}$) на трёх мишенях: С (углерод), Si (кремний) и Pb (свинец). Исследовались инклюзивные реакции образования очарованных частиц, распадающихся по каналам: $D^0 \rightarrow K^- \pi^+$, $\bar{D}^0 \rightarrow K^+ \pi^-$, $D^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+$, $D^- \rightarrow K^+ \pi^- \pi^-$, $\Lambda_c^+ \rightarrow p K^- \pi^+$. Произведена оценка полного сечения образования очарованных частиц и их относительных выходов в околопороговой области энергии их рождения. В диссертации уделено значительное внимание методическим вопросам обработки экспериментальных данных.

Диссертация состоит из: введения; шести глав; заключения и выводов по теме диссертации. Объем диссертации составляет 169 страниц, список цитируемой литературы содержит 145 наименований.

Научная новизна работы:

1. полученные результаты, по сечениям образования очарованных частиц в околопороговой области энергий, дополняют скудную базу экспериментальных данных по данной теме;
2. проведённая оценка относительных выходов очарованных частиц свидетельствует о том, что в околопороговой области энергий выходы \bar{D}^0 - и D^- -мезонов значительно преобладают над выходами D^0 - и D^+ -мезонов;
3. значительный относительный выход Λ_c^+ -барионов, сравнимый с выходом \bar{D}^0 -мезонов, указывает на их преимущественно парное рождение в околопороговой области;
4. относительные выходы очарованных частиц, в околопороговой области, имеют энергетическую зависимость;
5. измеренное полное сечение рождения «открытого» чарма на нуклоне, при энергии $\sqrt{s}=11.5$ ГэВ, значительно выше предсказаний КХД моделей.

Практическая ценность работы: полученные результаты относятся к мало изученной области образования очарованных частиц ($\sqrt{s}<20$ ГэВ) и могут быть использованы для подстройки теоретических моделей; представленные в работе методические наработки, могут быть использованы в анализе данных других экспериментов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. измерения сечений инклюзивного образования очарованных частиц: D^0 , \bar{D}^0 , D^\pm , Λ_c^+ при энергии $\sqrt{s}=11.5$ ГэВ в pA – взаимодействиях на трёх мишенях: C (углерод), Si (кремний) и Pb (свинец);
2. экспериментальная оценка полного сечения образования очарованных частиц;
3. оценка относительных выходов очарованных частиц: D^0 , \bar{D}^0 , D^\pm , Λ_c^+ при энергии $\sqrt{s}=11.5$ ГэВ;
4. методика обработки данных, используемая в эксперименте на установке СВД-2, для выделения частиц с «открытым» очарованием в инклюзивных реакциях их рождения на трёх мишенях;
5. метод предварительного элайнмента, как простой метод предварительной оценки положения детектирующих элементов экспериментальной установки;
6. модифицированный критерий Армантероса-Подольянского, как простой метод выделения и сепарации событий с распадом V^0 -частиц.

Апробация работы и публикации: результаты работы были опубликованы в 8 статьях, шесть из которых в рецензируемых журналах; так же, результаты докладывались на десятке конференций.

Экспериментальная установка СВД-2 (Спектрометр с Вершинным Детектором). На рисунке 2 представлена структурная схема подсистем установки, информация с которых использовалась в анализе: С1 ÷ С4 – сцинтилляционные счётчики, которые использовались в триггере нулевого уровня; ПТ – пучковый телескоп, состоящий из шести кремниевых микроstriповых детекторов (МСД); ВД (ВТ) – вершинный телескоп, состоящий из 9 МСД, с Активной Мишенью (АМ); ПК1 и ПК2 – пропорциональные камеры магнитного спектрометра, различающиеся по типоразмеру активной области; МС-7 – широкоапертурный дипольный магнит с длиной ярма вдоль оси пучка – 3м и максимальной индукцией магнитного поля, по основной компоненте, 10.5кГс.

В эксперименте Е-184 использовалась двухуровневая система отбора событий:

1. триггер нулевого уровня: собран на сцинтилляционных счётчиках С1÷С4 и реализует простейшую схему на выделение одинарной пучковой частицы, проходящей в область АМ;
2. триггер первого уровня: на основе табличного метода аппаратной обработки данных с АМ, реализует логику выделения взаимодействия в области АМ.

Статистика эксперимента (Е-184) составила ~52 млн. событий с неупругими взаимодействиями. В таблице представлена их раскладка по материалам мишени. Интенсивность протонного пучка в сеансе составляла 500÷600 тыс. за сброс. Поперечные размеры пучка на мишени около 2 мм.

В процессе работы, над этими данными, было разработано несколько методик, а также проведено несколько модификаций существующих методов, таких как:

1. «Равновесный» метод разделения многочастичных кластеров в МСД.
2. Модификация интегральной кривой для «нелинейного» метода восстановления координаты пролёта в МСД.
3. Методы «предварительного» и «основного» элайнмента подсистем установки.
4. Метод предварительного восстановления вершины взаимодействия по «базовым» трекам.
5. Введено понятие «пространства параметров треков {a,b}» - как способ представления данных с возможностью унификации методов: «хит - трек», «трек - вершина». Разработаны алгоритмы: поиска вершин и быстрой фильтрации событий на наличие вторичных вершин.

6. Модификация критерия Армантероса - Подолянского - для отсева ложных V^0 , базируется только на топологии события в Вершинном Детекторе. Имеется возможность сепарации событий.
7. Метод «Табличный» - производит оценку импульса с учётом заряда частицы и осуществляет подбор хитов в трек, что создает некоторую переопределенность выборки исходных параметров для основного метода, базирующегося на фильтре Кальмана.

Монте-Карло (МК):

- В качестве генератора использовался FRITIOF7.02. В нем было сгенерировано по 1 млн. событий для каждого материала мишени (как «сигнальных», так и «фоновых») без «развала» очарованных частиц.
- В качестве трассировщика использовался GEANT3.21, в нем было произведено:
 - описание активных и пассивных элементов установки с размещением по результатам элайнмента;
 - значения величин индукции магнитного поля задавались измеренной картой, которая используется при обработке экспериментальных данных;
 - тип очарованной частицы и мода распада задавались пользователем;
 - реализован учёт: размытия заряда, шумовых характеристик и эффективностей детектирующих элементов, и электроники считывания;
 - выходной файл из GEANT представлял полный аналог экспериментального формата данных (для применения в программе анализа экспериментальных данных);
 - существенным недочётом, на этапе выделения нейтральных D-мезонов, являлся не учёт логики работы триггера 1-го уровня, поэтому в расчёт сечений вводился $K_{ап} = 1.6$, величина которого была рассчитана по K_s^0 (в последующем, при работе с трёх-лучевыми вершинами, логика работы триггера 1-го уровня была реализована в GEANT, поэтому надобность в $K_{ап}$ отпала).

Сечение образования нейтральных D-мезонов в pA-взаимодействиях при 70ГэВ/с:

- было выделено: 21 событие с \bar{D}^0 и 30 событий с D^0 ;
- эффективность регистрации, по данным МК, составила: 7.2% для D^0 и 2.7% для \bar{D}^0 ;
- расчет парциальных сечений для нейтральных D-мезонов составил: $\sigma(D^0) = 2.5 \pm 0.8(\text{стат.}) \pm 0.3(\text{сист.})$ (мкбн/нуклон); $\sigma(\bar{D}^0) = 4.6 \pm 1.6(\text{стат.}) \pm 0.6(\text{сист.})$ (мкбн/нуклон);
- показатель степени A-зависимости: $\alpha = 1.08 \pm 0.12$;

- оценка времени жизни, нейтральных D-мезонов, составила: $\tau = 123 \pm 24$ мкм.

Расчет полного сечения $\sigma(\bar{c}\bar{c})$ выполнялся двумя способами: по предполагаемому числу событий из МК - $\sigma(\bar{c}\bar{c}) = 5.5$ мкб/нуклон; по интегральной светимости (предоставленной коллаборантами из НИИЯФ МГУ) - $\sigma(\bar{c}\bar{c}) = 8.7$ мкб/нуклон. Усреднённая оценка по двум способам: $\sigma(\bar{c}\bar{c}) = 7.1 \pm 2.4(\text{стат.}) \pm 0.9(\text{сист.})$ (мкбн/нуклон).

Регистрация заряженных очарованных D^\pm -мезонов в pA-взаимодействиях при 70ГэВ/с:

- было выделено по 15 событий с наличием заряженных D-мезонов;
- эффективность регистрации, по данным МК, составила: 1.4% для D^+ и 0.8% для D^- ;
- оценка сечения проводилась по представленному, на слайде, функционалу;
- расчет парциальных сечений для заряженных D-мезонов составил: $\sigma(D^+) = 1.2 \pm 0.4(\text{стат.}) \pm 0.2(\text{сист.})$ (мкбн/нуклон); $\sigma(D^-) = 1.9 \pm 0.6(\text{стат.}) \pm 0.4(\text{сист.})$ (мкбн/нуклон);
- показатель степени A-зависимости: $\alpha_{D^+} = 1.02 \pm 0.26$; $\alpha_{D^-} = 1.04 \pm 0.27$;
- оценка времени жизни, заряженных D-мезонов, составила: $\tau(D^+) = 291 \pm 75$ мкм и $\tau(D^-) = 341 \pm 88$ мкм, что в пределах ошибок согласуется с табличными данными ($\tau(\text{PDG}) = 311$ мкм).

Измерение сечения образования очарованных барионов в pA-взаимодействиях при 70ГэВ/с:

- было выделено 21 событие с образованием Λ_c^+ -барионов;
- эффективность регистрации, по данным МК, составила: 1.12%;
- в таблице представлены оценки сечения Λ_c^+ -барионов, для разных кинематических областей по переменной Фейнмана: для всей области и для $x_F > 0$;
- оценка времени жизни составила: $\tau = 51$ мкм.

Выходы очарованных частиц. В таблице на слайде представлены относительные выходы очарованных частиц, которые были получены на установке СВД-2, в сравнении с данными моделей (полученными по генераторам FRITIOF и PYTHIA) и результатами других экспериментов. Данные результаты наложены на теоретические кривые, которые рассчитаны по статистической модели адронизации. Результаты, полученные на СВД-2, хорошо согласуются с теоретическими предсказаниями данной модели.

Результаты диссертационной работы:

1. получена экспериментальная оценка сечений инклюзивного образования очарованных частиц при энергии $\sqrt{s} = 11.5$ ГэВ в pA-взаимодействиях по трём мишеням (углерод, кремний, свинец) для всей кинематической области по x_F ;

2. проведена оценка полного сечения образования очарованных частиц; вклад сечения рождения других частиц в полное сечение $\sigma(\text{с}\bar{\text{с}})$ не превышает 10%;
3. проведена оценка относительных выходов очарованных частиц, которая позволяет говорить о:
 - a. увеличении выхода Λ_c^+ -барионов в околопороговой области энергий и с увеличением \bar{D}^0 -мезонов, указывают на их преимущественно парное рождение;
 - b. вклады заряженных и нейтральных D-мезонов в полное сечение образования открытого чарма в pA-взаимодействиях меняются с изменением энергии взаимодействия;
 - c. вклады D^0 - и D^+ -мезонов проявляют тенденцию к снижению с уменьшением энергии взаимодействия, а вклады \bar{D}^0 - и D^- -мезонов растут;
4. создана система анализа экспериментальных данных с установки СВД-2;
5. разработан метод первичного элайнмента установки, который позволяет на основании простых геометрических принципов осуществлять предварительную оценку положения однокоординатных детектирующих элементов экспериментальной установки;
6. разработан метод модифицированного критерия Армантероса-Подольянского, позволяющий проводить быструю фильтрацию событий с распадами V^0 - частиц (отсев ложных вторичных вершин).

Спасибо за внимание.

Н.Е. Тюрин: Спасибо, Вам. Есть у присутствующих членов совета вопросы? ... Так, пожалуйста.

С.Р. Слабоспицкий: У меня вопрос: Вы приводили сечения, у Вас там D^+ и D^- имели разную α -зависимость по ядерному номеру, а Вы привели при сечении, как Вы это выводите? Вот видите: $\alpha_{D^+}=1.02\pm 0.26$, $\alpha_{D^-}=1.04\pm 0.27$.

А.А. Киряков: Да, но при этом их ошибка ... Дело в том, что эти параметры (парциальное сечение и α -зависимость) получаются непосредственно при оценке сечений на нуклон, они получаются автоматически из фита экспериментальных данных (представленным функционалом), т.е. мы одновременно получаем оценку α -параметра A-зависимости и парциальное сечение.

С.Р. Слабоспицкий: Т.е. Ваши сечения получены с этими значениями α ?

А.А. Киряков: Да.

С.Р. Слабоспицкий: Теперь второй вопрос: у Вас в таблице приведены относительные выходы D^0 и \bar{D}^0 здесь вы о них ничего не сказали, откуда Вы их получили?

А.А. Киряков: Относительные выходы получаются делением парциальных сечений на полное сечение $\sigma_{\bar{c}}$.

С.Р. Слабоспицкий: Да, но у Вас не приведено полное сечение $\sigma_{\bar{c}}$.

А.А. Киряков: Вот приведено полное сечение $\sigma_{\bar{c}}$ (показывается слайд), расчет которого производился двумя способами. Расчет производился на базе парциальных сечений D^0 и \bar{D}^0 .

С.Р. Слабоспицкий: Это измеренная величина?

А.А. Киряков: Да.

Н.Е. Тюрин: Спасибо. Переходим к выступлению научного руководителя. Александр Павлович, пожалуйста.

А.П. Воробьев: зачитывает свой отзыв (весь отзыв есть в диссертационном деле).

Уважаемые члены Диссовета позвольте не зачитывать весь отзыв полностью, потому что если говорить подробно, как в письменном тексте, то во многом будут повторения с отзывами официальных оппонентов и оппонировающей организации. Я еще раз хотел бы обратить внимание членов Диссертационного Совета на актуальность и научную значимость представленной работы. Прежде всего, она состоит в том, что на сегодняшний день имеется большое количество экспериментальных данных по рождению очарованных частиц в адронных взаимодействиях, но все они, получены при энергиях пучков свыше 200 ГэВ и хорошо согласуются с результатами, получаемыми в различных теоретических моделях (более - менее в пределах того коридора предсказаний, который дают теоретики). Другая ситуация в области энергий меньше 100 ГэВ. Здесь она кардинально иная, как по количеству экспериментальных данных, так и по сравнению экспериментальных данных с предсказаниями теоретических моделей; они отличаются на порядок. Результаты экспериментов также часто имеют противоречивый характер. Это связано с очень тяжелыми условиями проведения экспериментов, такими как:

- малое сечение образования (типичное значение - одна пара очарованных частиц на тысячу взаимодействий);
- большое количество заряженных частиц в событии (средняя множественность заряженных частиц в событии ~ 6);
- малое время жизни очарованных частиц;
- относительно небольшая вероятность распада очарованных частиц по регистрируемым каналам.

И все эти трудности пришлось преодолеть диссертанту в ходе анализа экспериментальных данных. Кроме того, многие эксперименты измеряли сечение только для малой области фазового пространства, часто при больших значениях переменной Фейнмана. В этом случае, полное сечение вычисляется путем экстраполяции данных, поэтому оценки сечений

очень сильно модельно зависимы. Здесь же (на установке СВД-2), был использован широкоапертурный магнитный спектрометр, что существенно расширило экспериментально измеряемую кинематическую область.

Практическая ценность диссертации состоит в том, что полученные результаты относятся к мало изученной области образования очарованных частиц с энергией взаимодействия в с.ц.м. меньше 20ГэВ. Здесь, как я уже говорил, имеется большая разница между теорией и экспериментом. Проблема неоднозначности, в этой области, существует давно и связана с тем, что эксперименты первого поколения («beam-dump» эксперименты) имеют очень большой коридор неопределенности; в то время как на экспериментах следующего поколения (БИС-2, СВД-2) был получен более точный экспериментальный результат, который может быть использован, как для анализа и сравнения с теоретическими моделями, так и для подготовки следующих экспериментов (например, CBM GSI, НИА ОИЯИ).

В работе приводится описание методов и алгоритмов, которые использовались при обработке данных эксперимента, и были разработаны автором либо при его участии. Необходимость этих методических разработок связана с конкретным набором использованной экспериментальной аппаратуры. Автором было написано соответствующее программное обеспечение и проведён большой объем расчетов по обработке данных. Автор диссертации внес большой вклад в полученные физические результаты, конечные результаты работы Сотрудничества СВД-2: ОИЯИ, НИИЯФ МГУ, ИФВЭ и в выполнение целей эксперимента SERP-E-184. Физ. работы Сотрудничества, вошедшие в диссертацию, выполнены при определяющем вкладе Киряковым Андреем Алексеевичем. Итоги работы Сотрудничества, в целом, в этом эксперименте были бы без этих работ менее значимыми. После ухода из жизни основателей Сотрудничества СВД: Ермолова П.Ф. и Моисеева А.М.; фактически, в ОИЯИ и НИИЯФ МГУ обработка данных полностью прекратилась и поэтому никакого конфликта интересов внутри Сотрудничества СВД-2, по представленным в диссертации результатам, нет. Актуальность и новизна полученных результатов не вызывает сомнения. Результаты опубликованы. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Результаты могут быть в дальнейшем использованы как для теоретических разработок, так и для эксперимента. Диссертация удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и ее автор, Киряков Андрей Алексеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 - физика высоких энергий.

Н.Е. Тюрин: Спасибо, Александр Павлович. Переходим к оглашению отзывов от организаций.

Ю.Г. Рябов: зачитывает заключение организации, в которой была выполнена работа – НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ (есть в диссертационном деле).

Заключение организации, где выполнялась работа, было принято на заседании научного семинара отделения экспериментальной физики. На нем присутствовало: 26 человек, среди которых 9 докторов наук и 5 кандидатов физико-математических наук. Семинар проголосовал «за» единогласно.

Принято следующее решение:

Диссертация Кирякова Андрея Алексеевича «Исследование процессов образования очарованных частиц в рА-взаимодействиях при 70 ГэВ/с» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий.

Зачитывает отзыв ведущей организации (есть в диссертационном деле). Ведущая организация - ФГБУН Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН (ФИАН) дала положительное заключение по диссертации Кирякова А.А.. На первых страницах перечисляется содержание: введение, главы, заключение, полученные результаты.

Новизна и значимость диссертационной работы Кирякова А.А. не вызывает сомнения. Ее основные результаты опубликованы в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК. Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы. Научно-практическая ценность полученных результатов на фоне немногочисленных экспериментальных данных по рождению чарма в околороговой области энергий неоспорима. Автором выполнена большая методическая работа по обработке экспериментальных данных в физике высоких энергий, и его опыт, несомненно, пригодится другим исследователям.

Сделаны небольшие замечания:

1. В тексте присутствует несколько избыточное количество англицизмов. Термин элайнмент, возможно, имело бы смысл заменить более распространенным 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 рА-столкновений FRITIOF. Возможно, для контроля

автору следовало бы подумать над выполнением аналогичных моделирований и с другими существующими генераторами (Angantyr, HJING).

Сделанные замечания несколько не умоляют качество диссертационной работы Кирякова Андрея Алексеевича. Она является законченным исследованием, выполнена на высоком уровне и свидетельствует о высокой квалификации автора. Защищаемые положения и выводы являются полностью обоснованными. Они отличаются новизной и научной значимостью.

Диссертант удовлетворяет всем требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Киряков Андрей Алексеевич безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий.

Н.Е. Тюрин: Андрей Алексеевич, Вам слово для ответа, но я думаю, Вы согласны с этими замечаниями, они имеют общий характер и их надо принять. Переходим к выступлению официальных оппонентов. Слово имеет доктор наук Бережной Александр Викторович.

А.В. Бережной: зачитывает свой отзыв (отзыв есть в диссертационном деле).

Здравствуйте. Я, прежде всего, хочу отметить, что, несмотря на то, что исследования тяжелых кварков имеет довольно долгую историю, они не прекращаются и получают новое развитие. В настоящий момент LHCb, каждый год нас радует новыми результатами в этом направлении. Недавно запущена в строй установка BELLE-II там тоже можно надеяться на получение интересных результатов. Это происходит от того, что тяжелые кварки являются отличным инструментом как для изучения структуры адронов и проверки предсказаний КХД, так и для поиска «следов» Новой физики за пределами Стандартной модели (тяжелые кварки относительно легче описывать в теории, чем легкие). Поэтому актуальность темы, выбранной Андреем Алексеевичем, у меня не вызывает никаких сомнений. Им выбрана, пожалуй, наиболее тяжелая область – это рождение на пороге, она мало исследована; там весьма малая статистика и изучать ее очень и очень сложно. Результаты, полученные А.А. Киряковым, уникальны; они позволяют расширить наши знания в этой области и выбрать предпочтительную теоретическую модель для описания этих новых данных.

Поражает огромный объем работы, который был проделан А.А. Киряковым в процессе обсуждаемого исследования: им создана система анализа экспериментальных данных с установки СВД-2, разработан метод элайнмента установки СВД-2, алгоритм быстрого отсева ложных вторичных вершин, выделены события с чармом и, наконец, проведена

оценка сечений очарованных частиц (D -мезонов и Λ_c -барионов). И это все сделано в одной работе.

Диссертация хорошо структурирована. Она содержит малое количество опечаток. Большинство применяемых в исследовании методов описано с большой степенью подробности (может даже с излишней степенью подробности).

Тем не менее работа не лишена недостатков:

1. Так, в работе следовало бы более подробно обсудить методы вычисления и источники систематических погрешностей при оценке эффективностей регистрации очарованных частиц.
2. На рисунке 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 таком малом количестве событий, использовать полином шестой степени (там просится что-то двухпараметрическое, не больше, как мне кажется). Такой выбор параметризации приводит к тому, что при применении всех критериев отбора описывающая фон кривая ведет себя довольно странным образом (рисунки: 5.10, 5.11). Тоже замечание относится к фитированию сигнала от Λ_c (рисунки: 6.1, 6.7 и 6.8).
4. Следует также отметить, что в таблицах 4.3.2 и 4.3.3 не приведены неопределенности результатов сечений.

Отмеченные недостатки ни в коей мере не уменьшают научной ценности проведенного исследования.

Результаты диссертации являются крайне важными для развития физики высоких энергий, они опубликованы в ведущих реферируемых научных журналах, прошли апробацию на российских и международных конференциях и семинарах. Они могут быть использованы в НИИЯФ МГУ, ИТЭФ, ФИАН, ИЯИ, ОИЯИ, ПИЯФ и других научных центрах, как в России, так и за рубежом. Автореферат правильно и полностью отражает содержание диссертации. Новизна и достоверность полученных результатов не вызывают сомнения.

Таким образом следует заключить, что диссертационная работа Кирякова Андрея Алексеевича удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК России к кандидатским диссертациям, а ее автор, Киряков Андрей Алексеевич, заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук.

Н.Е. Тюрин: Спасибо, Александр Викторович. Пожалуйста, Вам слово для ответа.

А.А. Киряков: Со всеми представленными замечаниями согласен. Большое спасибо за замечания.

Н.Е. Тюрин: Александр Викторович, можем считать, что Вы удовлетворены?

А.В. Бережной: Да.

Н.Е. Тюрин: Спасибо.

Н.Е. Тюрин: Вторым официальным оппонентом у нас отсутствует. Это, Кузнецов Олег Михайлович из ОИЯИ.

Ю.Г. Рябов: Зачитывает основные моменты отзыва Кузнецова Олега Михайловича (весь отзыв есть в диссертационном деле).

Вне всякого сомнения, диссертантом проделана большая и продуктивная работа по анализу данных. Однако при прочтении диссертации возникает вопрос о конечной статистике, и в каждом случае она представлена по-разному. Так в последней главе посвященной Λ_c^+ «сырой» спектр инвариантных масс показывает значимость сигнала менее 3 сигма, а после «критериев отбора событий на пост-обработку» более 3 сигма. А для нейтральных D-мезонов «сырой» спектр инвариантных масс не показан, зато после «критериев отбора событий на пост-обработку» и визуального отбора указано наличие 51 события. В случае нейтральных D-мезонов широко использовано Монте-Карло для сравнения характеристик зарегистрированных событий и сгенерированных характеристик D^0 -мезонов. Следующие важные заключения, почему-то не вынесены на защиту, хотя и указаны в научной новизне. Вклады заряженных и нейтральных D-мезонов в полное сечение образования открытого чарма в рА-взаимодействиях меняются с изменением энергии взаимодействия.

Сделанные замечания не носят принципиального характера и не снижают научной ценности диссертации, а являются скорее пожеланиями в совершенствовании представления результатов.

В целом Киряковым Андреем Алексеевичем проделана впечатляющая работа, как по методической части, так и по анализу данных, включая моделирование. Научные положения, сформулированные в диссертации, обоснованы, а результаты и выводы диссертации достоверны. Основные результаты диссертации своевременно опубликованы в российских и зарубежных научных журналах. Автореферат диссертации и публикации по ней полностью отражают научную новизну и содержание работы. Наличие достаточного числа публикаций в сочетании с широкой апробацией работы подтверждают выводы об актуальности, научной новизне, достоверности и научно-практической значимости, выносимых на защиту результатов.

Диссертация Кирякова А.А. удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. №842, а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий.

Н.Е. Тюрин: Спасибо, Юрий Григорьевич. Пожалуйста, Вам слово.

А.А. Киряков: Со всеми замечаниями я согласен. По большей части, появление подобных замечаний обусловлено тем, что не совсем в полной мере описана диссертация – что-то укорочено, что-то не вошло в диссертацию. С замечаниями я согласен.

Н.Е. Тюрин: Переходим к дискуссии. Есть ли желающие выступить?... Пожалуйста.

С.С. Герштейн: Я считаю, что эта работа действительно важная, интересная и, безусловно, заслуживает искомой степени. Я хотел бы заметить, что проблема несколько шире; на установке которой она делалась, наверное, нельзя ее решить. Я хочу напомнить, что в 1974 году, когда J/Ψ было открыто, вторые результаты были получены в нашем институте, где выявилась A -зависимость рождения J/Ψ частиц на ядрах. $A^{2/3}$ или просто A , для механизма образования - это весьма существенно. Вот подобного рода A -зависимость было бы интересно изучать. Но это не относится к этой работе буквально, поскольку установка не приспособлена к такому, но интерес к около пороговому очарованных частиц открывает очень важные возможности.

Н.Е. Тюрин: Спасибо. Тогда Вам заключительное слово, Андрей Алексеевич.

А.А. Киряков: Спасибо всем за замечания. А что касемо A -зависимости, то для ее исследования необходима очень большая статистика, что крайне проблематично при нашей энергии, но в принципе возможно.

Н.Е. Тюрин: Спасибо. Теперь выбираем счетную комиссию. Предлагаю: В.В. Мочалов, В.А. Качанов и Ю.А. Чесноков.

Объявляется перерыв на голосование.

После перерыва.

В.В. Мочалов: Присутствовало на заседании 19 членов совета, из них по профилю 6. Роздано бюллетеней - 19; осталось не роздано – 3; оказалось в урне бюллетеней - 19. Результаты голосования: «за» - 19, «против» - 0, недействительных бюллетеней – 0.

Н.Е. Тюрин: Спасибо. Нет возражений у членов совета? ... Давайте утвердим Протокол счетной комиссии открытым голосованием.

Диссертационный совет утверждает Протокол счетной комиссии.

Н.Е. Тюрин: Единогласно. Переходим к обсуждению проекта Заключения о научном значении. Члены совета получили текст. Есть какие-нибудь дополнения или замечания? Мы уже не раз обсуждали его, поэтому он уже отработан достаточно. Нет замечаний? ... Давайте примем проект Заключения открытым голосованием.

Диссертационный совет утверждает Заключение по диссертации.

Н.Е. Тюрин: Единогласно. Спасибо. Андрей Алексеевич, поздравляем Вас еще раз, надеюсь, что технических сбоев у нас больше не будет.

Заседание Диссертационного совета завершено.

Председатель Диссертационного совета
Д 201.004.01 доктор физико-математических
наук, профессор

Ученый секретарь Диссертационного совета
Д 201.004.01 кандидат физико-математических
наук




Н.Е. Тюрин


Ю.Г. Рябов