

## ОТЗЫВ

официального оппонента

Куденко Юрия Григорьевича

на диссертацию Матвиенко Дмитрия Владимировича

“Изучение процесса  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \omega \pi^-$  с детектором Belle”,

представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц

Диссертация Д.В.Матвиенко посвящена экспериментальному изучению распада  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \omega \pi^-$  и измерение параметров промежуточных резонансов в  $D^* \pi^-$  и  $\omega \pi^-$ -системах.

**Актуальность исследований**, проведенных в данной работе не вызывает сомнений. В исследовании полулептонных распадов  $B$ -мезонов в  $D^{**}$ -состояния существует значительное расхождение между экспериментальными наблюдениями и теоретическими предсказаниями. В экспериментах DELPHI, BaBar и Belle было обнаружено, что вероятности рождения широких и узких  $D^{**}$ -состояний сравнимы в полулептонных распадах  $B$ -мезонов, в то время как теоретические расчеты предсказывают значительное подавление широких состояний. До сих пор не существует ясного объяснения этого расхождения. Детальное изучение адронных  $B$ -распадов в  $D^{**}$ -состояния может пролить свет на решение этой проблемы. Следует также подчеркнуть, что в адронных распадах обмен глюонами между начальным и конечным кварками приводит к дополнительному механизму распада, подавленному по цвету кварков. Такой механизм меняет динамику распада, что дает дополнительную мотивацию для его исследования. В адронных каналах распада существует два основных механизма рождения  $D^{**}$ -состояний. Первый, спектаторный механизм, в котором предсказывается как и в полулептонном канале рождение узких  $D^{**}$ -состояний, подтверждается результатами экспериментов Belle, BaBar и LHCb. Обмен глюонами между начальным и конечным кварками приводит ко второму механизму распада, подавленному по цвету кварков, в котором теория предсказывает подавление узких  $D^{**}$ -состояний по сравнению с широкими состояниями. Настоящая диссертация является первым законченным экспериментальным исследованием подавленного по цвету кварков механизма рождения  $D^{**}$ -состояний.

**Достоверность исследования** подтверждается тем, что полученные в диссертации результаты согласуются с результатами других экспериментов: относительная вероятность распада  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \omega \pi^-$  с выполненными ранее измерениями в эксперименте CLEO и с данными эксперимента BaBar, а масса и ширина резонанса  $\rho(1450)$  со среднемировыми значениями. **Научная новизна работы** также не вызывает сомнений. Впервые наблюдались подавленные по цвету распады нейтральных  $B$ -мезонов в узкие  $D^{**}$ -состояния и измерены значения произведений относительных вероятностей этих распадов. Впервые измерены продольные поляризации  $D_1(2430)^0$ ,  $D_1(2420)^0$  и  $D_2(2460)^0$ -состояний, а также парциально-волновые вклады для вероятности рождения  $D_1(2430)^0$ -состояния. Впервые получен верхний предел на токи второго рода в нескольких распадах  $B$ -мезонов.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы.

Во **введении** сформулирован предмет исследования и основные положения диссертации, которые выносятся на защиту.

**Первая глава** представляет собой обзор распадов  $B$ -мезонов в возбужденные состояния  $D$ -мезонов. В этой главе описываются основные положения и предсказания эффективной теории тяжелого кварка. Также детально изложена спектроскопия  $D^{**}$ -состояний. Также приведены экспериментальные данные по распадам  $B$ -мезонов в  $D^{**}$ -состояния.

Во **второй главе** диссертации приводится краткое описание коллайдера КЕКВ, рассмотрены принципы работы детектора Belle и дано описание основных подсистем этого детектора: кремниевого вершинного детектора, центральной дрейфовой камеры, время-пролетной системы, пороговых черенковских счетчиков, электромагнитного калориметра на основе кристаллов CsI и мюонной системы. Также кратко описан процесс идентификации частиц в детекторе Belle.

**Третья глава** посвящена разработке феноменологической модели распада  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \omega \pi^-$ . В ней излагается метод параметризации матричного элемента и приводится детальное описание всех резонансных амплитуд, используемых в анализе данных.

В **четвертой главе** детально излагается экспериментальный анализ распада  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \omega \pi^-$ , основанный на статистике, соответствующей  $(771.6 \pm 10.6) \times 10^6$   $\bar{B}^0$  событий, накопленных в детекторе Belle на асимметричном  $e^+e^-$  коллайдере КЕКВ при энергии резонанса  $Y(4S)$ . Описана процедура анализа экспериментальных данных, включающая реконструкцию и отбора полезных событий, а также подавления фона. Особое внимание уделено отбору событий-кандидатов в  $\omega$ -мезоны, излагается процедура реконструкции кинематики событий. Детально изложен подход к измерению полной вероятности распада  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \omega \pi^-$  и приводится окончательный результат с полученными статистической и систематической погрешностями. Для исследования промежуточных резонансов был выполнен амплитудный анализ. С этой целью были сформированы контрольные сигнальные области данных и области вне сигнала для событий, прошедших все условия отбора. Детально рассмотрена процедура описания фоновых событий, значительное место уделено статистическому анализу.

В **пятой главе** приводится описание тестов электроники, выполненных Д.В. Матвиенко для калориметра детектора Belle II в процессе работы по модернизации установки. Представлены результаты теста по проверке уровня электронных шумов для типичной платы оцифровщика-формирователя, которая является основным элементом электроники калориметра Belle II. Также описан тест по работоспособности электроники при нагрузочных частотах до 30 кГц. В **заключении** перечислены основные результаты диссертации.

В работе встречается ряд **недостатков**. 1. В работе получены качественные результаты, но мне представляется, что недостаточно внимания уделено физическому анализу, или другими словами, интерпретации полученных результатов. 2. Глава 5 выпадает из темы диссертации и выглядит немного инородным материалом. На мой взгляд и без этой главы качество материала, объем проделанной работы и полученные результаты, составляющие главное содержание этой работы, соответствуют требованиям к кандидатским диссертациям. 3. На стр.41 кратко описана система идентификации частиц в Belle. На рис. 14 показаны области чувствительности к К/п идентификации, но не приведены реальные параметры. Например, вероятность неправильной идентификации пиона или каона. Для электронов и пионов такая информация приводится на стр.42. 4. Вызывает вопрос термин «относительная вероятность распада», например, на стр.8, стр. 126. В то же время на стр. 110. используется термин «полная вероятность распада». Оба термина не очень понятны. Вероятно, речь идет просто о вероятности распада (branching ratio)?

Однако отмеченные выше недостатки ни в коей мере не снижают ценность диссертации Д.В. Матвиенко. Им были получены очень интересные и качественные результаты, **достоверность** которых не вызывает сомнения. В работе уделено значительное внимание анализу систематических погрешностей, что дополнительно свидетельствует о надежности полученных результатов. Диссертант продемонстрировал хорошее владение методами анализа данных, умение получать и формулировать физические результаты и ясно их излагать. Работа выполнена на высоком научном уровне. Основные результаты диссертации опубликованы в реферируемых журналах, соответствующих списку ВАК, докладывались автором на российских и международных конференциях. Автореферат полностью и правильно отражает содержание диссертации. Диссертация аккуратно оформлена, качество рисунков и таблиц хорошее.

Принимая во внимание вышеизложенное, считаю, что рассмотренная диссертация «Изучение процесса  $\bar{B}^0 \rightarrow D^{*+} \omega \pi^-$  с детектором Belle» безусловно удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц, а ее автор Матвиенко Д.В. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по этой специальности.

Официальный оппонент,  
доктор физ.-мат. наук, профессор

Ю.Г. Куденко

Заведующий отделом физики высоких энергий  
Федерального государственного бюджетного учреждения науки  
Институт ядерных исследований Российской академии наук,  
адрес: 117312, г. Москва, проспект 60-летия Октября, 6а  
телефон: +7 (495) 851-01-84; e-mail: [kudenko@inr.ru](mailto:kudenko@inr.ru)

1 декабря 2016 года.

Подпись Ю.Г. Куденко заверяю  
Зам директора ИЯИ РАН,  
доктор физ.-мат. наук



М.В.Либанов