

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор НИЦ «Курчатовский
институт» – ИФВЭ

д.ф.-м.н., академик С.В. Иванов



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Тьен Тханг Чана «Слабые распады В-мезона и чармония в свете поиска новой физики», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — «теоретическая физика».

Диссертационная работа Т.Т. Чана посвящена изучению слабых распадов В-мезона и чармония и их роли в поиске возможной новой физики (НФ) вне рамок стандартной модели (СМ) элементарных частиц. Диссертация состоит из введения, пяти глав основного содержания, заключения и списка цитируемой литературы, насчитывающего 112 единиц. Полный объем диссертации — 123 страницы, включая 38 рисунков и 15 таблиц.

Тема, выбранная автором, весьма актуальна: физика В-мезона в настоящее время является одной из важнейших областей исследований, целью которых является прецизионная проверка СМ и поиск возможных эффектов НФ. Разнообразные слабые распады В-мезона интенсивно исследуются во многих современных экспериментах, таких как BaBar, Belle и LHCb. В некоторых распадах были обнаружены существенные расхождения между экспериментальными данными и предсказаниями СМ, которые могут свидетельствовать о существовании эффектов НФ. В частности, в полуплептонных распадах $\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)} l \bar{\nu}_l$ было найдено расхождение с предсказаниями СМ на уровне 4σ , что может свидетельствовать о нарушении лептонной универсальности. Слабые полуплептонные распады чармония $J/\psi \rightarrow D_s^{(*)} l \nu$ — чрезвычайно редкие процессы и до сих пор не обнаружены. Однако, имеются достаточно большие расхождения в различных теоретических предсказаниях для брэнчингов данных распадов. Поэтому вполне разумно исследовать данные распады в рамках ковариантной модели кварков (КМК).

Во Введении приведен краткий обзор темы диссертации, четко сформулированы цели исследования, представлены основные результаты и их значимость.

В первой главе изложено краткое описание ковариантной модели кварков, в рамках

которой вычисляются адронные величины, такие как константы лептонных распадов мезонов и адронные формфакторы. В качестве замечания можно отметить, что в данной главе даны только ссылки на альтернативные подходы, но отсутствует детальное обсуждение их успехов и недостатков.

Вторая глава посвящена подробному исследованию лептонных и полулептонных распадов $B \rightarrow \ell^- \bar{\nu}_\ell$ и $\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)} \ell^- \bar{\nu}_\ell$, где $\ell = e, \mu, \tau$, в рамках СМ. Вычислены формфакторы переходов $\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)}$ в рамках КМК и обсужден предел тяжелых кварков. Получены угловые распределения для распада $\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)} \ell^- \bar{\nu}_\ell$ и каскадного распада $\bar{B}^0 \rightarrow D^*(\rightarrow D\pi) \ell^- \bar{\nu}_\ell$ в терминах спиральных амплитуд. Вычислены брэнчинги данных распадов и их отношения, а также многие другие характеристики, такие как параметр асимметрии “вперед-назад”, лептонный и адронный параметры выпуклости, тригонометрические моменты и поляризационные компоненты заряженного лептона. Автор уделил особое внимание процедуре выделения эффектов конечных масс лептонов в физических наблюдаемых полулептонных распадах. Их роль очень важна при изучении нарушения лептонной универсальности. Замечание к данной главе состоит в следующем. В таблице 2.7 приведены средние значения для некоторых наблюдаемых, в том числе параметра асимметрии “вперед-назад”, лишь в рамках КМК. Было бы полезным привести для сравнения результаты других подходов.

Третья глава посвящена детальному анализу возможных эффектов НФ в распадах $\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)} \tau^- \bar{\nu}_\tau$. Это сделано с помощью введения в эффективный гамильтониан слабых взаимодействий, описывающий данные распады, новых 4-фермионных операторов, которые отсутствуют в рамках СМ. Области допустимых значений коэффициентов Вильсона, соответствующих новым операторам, получены путем фитирования по экспериментальным данным для отношений брэнчингов $R(D)$ и $R(D^*)$. Далее проанализированы эффекты данных операторов на наблюдаемые, определенные во второй главе. Данный анализ может быть использован для поиска НФ в данных распадах. Замечание к данной главе состоит в следующем. Процедура определения границ новых коэффициентов Вильсона основана на однопараметрическом фите, когда последовательно все коэффициенты полагаются равными нулю за исключением одного. В будущем было бы полезным выполнить многопараметрический фит.

В четвертой главе изучены продольная, поперечная и нормальная компоненты поляризации τ -лептона в распадах $\bar{B}^0 \rightarrow D^{(*)} \tau^- \bar{\nu}_\tau$ и обсуждена их роль в поиске НФ. Оказалось, что значения всех вышеуказанных поляризационных компонент τ -лептона очень чувствительны к скалярному и тензорному взаимодействию. Даны предсказания для данных компонент в различных сценариях НФ, которые могут быть проверены экспериментально. Также подробно обсужден вопрос о измерениях поляризации τ -лептона с помощью анализа конечных состояний, возникающих в последующих распадах τ -лептона. Замечание к данной главе состоит в следующем. Во введении диссертации отношения брэнчингов имеют значения $R(D)|_{\text{expt}} = 0.403 \pm 0.047$ и $R(D^*)|_{\text{expt}} = 0.310 \pm 0.017$, а в разделе “вве-

дение» данной главы приведены несколько иные значения $R(D)|_{\text{expt}} = 0.406 \pm 0.050$ и $R(D^*)|_{\text{expt}} = 0.311 \pm 0.016$.

Пятая глава посвящена исследованию распадов $J/\psi \rightarrow D_{(s)}^{(*)-} \ell^+ \nu_\ell$, где $\ell = e, \mu$. В рамках КМК получены формфакторы переходов $J/\psi \rightarrow D_{(s)}^{(*)-}$ и вычислены брэнчинги данных распадов. Проведено сравнение полученных результатов с результатами других подходов и обсуждены причины имеющихся расхождений. Замечание к данной главе состоит в следующем. Из приведенных графиков видно, что для распадов $J/\psi \rightarrow D^*$ и $J/\psi \rightarrow D_s^*$, формфакторы V_3 и V_4 практически совпадают, а формфакторы A_3 и A_4 полностью совпадают. Было бы интересным найти объяснение такому поведению.

В Заключение сформулированы основные научные результаты и положения диссертации, выдвигаемые автором для защиты.

Оценивая диссертацию в целом, следует подчеркнуть, что она представляет собой законченное теоретическое исследование высокого уровня. В ней рассмотрены и решены актуальные и важные проблемы в области слабых взаимодействий, такие как нарушение лептонной универсальности и поиск эффектов новой физики в слабых распадах B - и J/ψ -мезонов. Диссертация содержит большой объем материала, изложенного четко и ясно. Полученные результаты являются оригинальными и хорошо обоснованными, а также имеют высокую теоретическую и практическую значимость. В частности, некоторые предсказания, полученные при анализе эффектов НФ, могут служить основанием для их экспериментальной проверки в экспериментах BaBar, Belle и LHCb.

Результаты, полученные в диссертации, опубликованы в ведущих мировых журналах (4 статьи в Phys. Rev. D), а также докладывались автором на авторитетных научных семинарах, совещаниях и международных конференциях. Вышеперечисленные замечания не умаляют ее высокой научной ценности и не влияют на основной вывод настоящего отзыва.

Автореферат полно и правильно отражает содержание диссертации и оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ, предъявляемыми к авторефератам диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата наук.

Диссертация Т.Т. Чана удовлетворяет всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — «Теоретическая физика», а ее автор, Тьен Тханг Чан безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на семинаре Отдела теоретической физики ФГБУ ГНЦ ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт» 18 июля 2017 г.

Отзыв составил главный научный сотрудник Отдела
теоретической физики НИЦ «Курчатовский
институт» - ИФВЭ д.ф.-м.н., профессор

А.К. Лиходед

Секретарь ученого совета
НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ



Н.Н. Прокопенко

Подпись А.К. Лиходеда заверяю:
Ученый секретарь
НИЦ «Курчатовский институт» - ИФВЭ

Н.Н. Прокопенко

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное учреждение
Институт физики высоких энергий им. А.А. Логунова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
Адрес: 142281, г. Протвино, Московская обл., площадь Науки, д. 1
Телефон: +7 (496) 771-36-23
E-mail: fgbu@ihep.ru
Website: <http://www.ihep.su>