



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

Дубна Московской области Россия 141980 Dubna Moscow Region Russia 141980
Fax: (7-495) 632-78-80 Tel.: (7-49621) 6-50-59 AT: 205493 WOLNA RU E-mail: post@jinr.ru http://www.jinr.ru



"УТВЕРЖДАЮ"

Директор Объединенного
института ядерных исследований
академик В.А.Матвеев
14/11/2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации о диссертации
Шапкина Михаила Михайловича

«Исследование образования адронов в e^+e^- взаимодействиях в экспериментах DELPHI Belle, прецизионное измерение массы и времени жизни τ -лептона в эксперименте Belle представленной на соискание учёной степени доктора физико-математических наук специальности 01.04.23– физика высоких энергий

Диссертация М.М.Шапкина посвящена изучению процессов образования адронов в взаимодействиях при различных энергиях и прецизионным измерениям массы и времени жизни τ -лептона. Исследования базируются на данных, полученных в экспериментах DELPHI и Belle на e^+e^- коллайдерах LEP и KEKB, соответственно.

В результате проведенных исследований получены следующие результаты. Измерены сечения редких эксклюзивных процессов $e^+e^- \rightarrow \phi\eta$, $e^+e^- \rightarrow \phi\eta'$, $e^+e^- \rightarrow \rho\eta$ и $e^+e^- \rightarrow \rho\eta'$ энергии 10.58 GeV и проведены сравнения с предсказаниями теоретических моделей этих процессов. Проведено исследование инклюзивного образования системы (KKл адронных распадах Z-бозона в интервале масс 1.2-1.6 GeV, измерение масс и ширины обнаруженных в этой системе состояний, измерение парциальных ширины распада Z-бозона на эти состояния. Проведен поиск экзотических пятикварковых состояний в адронных распадах Z-бозона в каналах распада $p K_s$, $p K^+$, $\Xi^- \pi^+$, $p D^{*-}$, $p D^{*+}$ при демонстрации наличия сигналов от стандартных трехкварковых состояний в каналах $p K^- (\Lambda(1520))$ и $\Xi^- \pi^+ (\Xi(1530))$. Исследовано инклюзивное образование J/ψ мезонов в фотон-фотонных столкновениях энергиях e^+e^- взаимодействия примерно 190 GeV, проведено сравнение экспериментальных данных с предсказаниями цветковых синглетных и цветковых октетных моделей. Проведен анализ инклюзивного образования заряженных адронов в фотон-фотонных взаимодействиях при энергиях e^+e^- взаимодействия примерно 190 GeV и сравнение экспериментальных данных с предсказаниями NLO QCD вплоть до больших P_t , доступных на ускорителе LEP II. Проведён поиск основного состояния системы боттомониев, η_b -мезона, в процессе $\gamma\gamma \rightarrow \eta_b$. Выполнено прецизионное измерение массы лептона и с рекордной точностью измерено время жизни τ -лептона.

Диссертация состоит из введения, семи глав и заключения.

Во **введении** обоснована актуальность описанных в диссертации исследований.

В **первой главе** содержится описание эксперимента Belle на асимметричном e^+e^- коллайдере КЕКВ. Кратко описаны особенности коллайдера КЕКВ и элементы детектора Belle. Приведены точностные характеристики детекторов заряженных частиц и электромагнитного калориметра. Описаны система идентификации частиц, триггерная система и моделирование детектора.

Вторая глава посвящена описанию эксперимента DELPHI на e^+e^- коллайдере LEP. Кратко описаны устройство и характеристики трековых детекторов, электромагнитных и адронного калориметров, детекторов идентификации заряженных адронов, электронов, фотонов и мюонов. Описаны также триггер, алгоритмы идентификации частиц, системы сбора данных, моделирование детектора.

В **третьей главе** представлены измерения сечений эксклюзивных процессов $e^+e^- \rightarrow \phi\eta$, $e^+e^- \rightarrow \phi\eta'$, $e^+e^- \rightarrow \rho\eta$ и $e^+e^- \rightarrow \rho\eta'$ при энергии 10.58 GeV. Указывается, что измеренное сечение реакции $e^+e^- \rightarrow J/\psi \eta_c$ в экспериментах Belle и BABAR оказалось существенно выше теоретически предсказанного значения. Отмечено, что основная диаграмма для рождения двойного чарма аналогична диаграмме, описывающей реакцию $e^+e^- \rightarrow \phi \eta$ (η'), где s -кварки заменяются c -кварками, и совместный анализ этих реакций позволяет глубже понять лежащие в основе физические процессы. Проводится сравнение полученных результатов с данными экспериментов CLEO и BABAR, а также с теоретическими предсказаниями. Некоторые из полученных экспериментальных результатов расходятся с предсказаниями теоретических моделей.

Четвертая глава посвящена анализу адронных распадов Z -бозона. В ней описано проведенное исследование инклюзивного образования системы $(KK\pi)^0$ в интервале масс 1.2-1.6 GeV, в результате которого были обнаружены два состояния и проведено измерение их масс и ширин. Также были измерены парциальные ширины распада Z -бозона в эти состояния и проведен парциально-волновой анализ системы $(KK\pi)^0$ для определения квантовых чисел обнаруженных состояний. Результаты парциально-волнового анализа следующие. Волны $I^G(J^{PC}) = 0^+(1^{++}) a_0(980)\pi$ и $0^+(0^+) a_0(980)\pi$ одинаково хорошо описывают область массы 1.28 GeV, с одинаковыми значениями максимума правдоподобия. В области массы 1.4 GeV величина логарифма максимума правдоподобия больше для волны $I^G(J^{PC}) = 0^+(1^{++}) K^*(892)K + c.c.$, чем для волн $I^G(J^{PC}) = 0^+(0^+)$, $0^-(1^{+-})K^*(892)K + c.c.$ и $0^+(1^{++})a_0\pi$ на 4, 8 и 9 единиц соответственно, что для рассматриваемого сигнала делает более предпочтительной гипотезу $f_1(1420) \rightarrow K^*K$ чем гипотезы $\eta(1440)$ и $h_1(1380)$.

Был также проведен поиск экзотических пятикварковых состояний (пентакварков). Сигналы искались в каналах $p K_s^-$, $p K^+$, $E^- \pi^-$, $p D^{*-}$, $p D^{*+}$. Экзотических сигналов обнаружено не было. После демонстрации наличия стандартных трехкварковых состояний в каналах $p K^-$ ($\Lambda(1520)$) и $E^- \pi^+$ ($\Xi(1530)$) были установлены верхние пределы 95% уровня достоверности на парциальные ширины распада Z -бозона в приведенные выше моды распада пентакварков.

Пятая глава посвящена исследованиям образования адронов в фотон-фотонных взаимодействиях на LEP II. Было проведено исследование инклюзивного образования J/ψ -мезона. Измеренное сечение существенно превышает предсказание цветовой синглетной модели. Приведены различные характеристики рождающихся J/ψ -мезонов. Также

представлен анализ инклюзивных спектров заряженных частиц в фотон-фотонных взаимодействиях и проведено сравнение с теоретическими моделями. В пределах больших систематических погрешностей отклонений от предсказания моделей не обнаружено.

Описан поиск основного состояния системы боттомониев, η_b -мезона, в модах распада на 4, 6 и 8 заряженных треков в эксклюзивной реакции $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\eta_b$. Сигнал на статистике LEP II не обнаружен. Приводятся соответствующие верхние пределы на двухфотонную ширину η_b , умноженную на относительную вероятность соответствующей моды распада.

Шестая глава посвящена измерению массы τ -лептона. В ней представлены результаты измерения массы τ -лептона и разности масс положительного и отрицательного τ -лептона. Получено значение верхнего предела разности масс τ^+ и τ^- . Достигнута точность измерения примерно такая же как в экспериментах BES и KEDR, измерявших зависимость сечения рождения τ -лептонных пар вблизи кинематического порога реакции $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$.

Седьмая глава посвящена измерению времени жизни τ -лептона. В ней представлены результаты измерения времени жизни τ -лептона и разности времён жизни положительного и отрицательного τ -лептона. Впервые получено значение верхнего предела разности времён жизни τ^+ и τ^- . Был использован новый метод измерения времени жизни τ -лептона, в котором кинематика распадов пары $\tau^+\tau^-$ полностью реконструируется.

Проведено детальное исследование возможных систематических погрешностей измерения. Достигнута точность измерения, существенно превышающая точности предыдущих измерений экспериментов на LEP.

В **заключении** перечислены основные результаты, полученные в работе.

Полученные результаты для времени жизни и массы τ -лептона будут использоваться при проверке гипотезы лептонной универсальности Стандартной Модели и для получения ограничений на использование экзотических моделей с нарушением СРТ инвариантности. Результаты, полученные при исследовании различных адронных состояний, могут быть использованы в различных теоретических моделях множественного образования частиц.

Диссертация содержит много новых физических результатов. Сильное впечатление производит достигнутая рекордная точность в измерении времени жизни τ -лептона. Разработанный новый метод измерения времени жизни τ -лептона позволит улучшить точность этого параметра на строящейся новой установке Belle II, рассчитанной на большую светимость.

В качестве замечания можно отметить отсутствие логической связи между исследованиями образования адронов и прецизионными измерениями основных характеристик τ -лептона. Также можно было бы подробнее описать, каким образом, в конце концов, η_b -мезон был открыт в экспериментах BABAR и Belle.

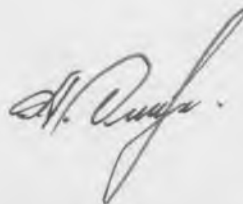
Отмеченные недостатки не влияют на качество результатов, полученных в диссертации.

Текст автореферата полностью соответствует содержанию диссертации. По теме диссертации опубликовано 12 статей в ведущих международных журналах. Материалы работы многократно докладывались автором на международных научных конференциях.

Представленная диссертационная работа М.М.Шапкина является законченным научным исследованием и полностью удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к докторским диссертациям по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий, а её автор, М.М.Шапкин, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук.

Отзыв составил

Доктор физико-математических наук

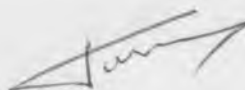


А.Г.Ольшевский

Отзыв рассмотрен и утвержден 24 декабря 2014 года на заседании научного семинара по физике высоких энергий Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ

Руководитель семинара

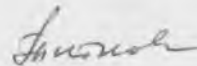
Доктор физико-математических наук



В.В.Глаголев

Ученый секретарь ЛЯП ОИЯИ

кандидат физико-математических наук



И.В.Титкова