

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук Алексея Вячеславовича Гуськова на диссертацию Овтина Ивана Валерьевича “Измерение масс нейтрального и заряженного D-мезонов на детекторе КЕДР.”, представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.15 – «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий».

Актуальность исследования

Точное измерение масс D^0 - и D^+ -мезонов является критически важной задачей современной физики элементарных частиц по нескольким фундаментальным причинам. Во-первых, разность масс Δm непосредственно связана с эффектами сильного взаимодействия в рамках тяжёлой кварковой эффективной теории (HQET). Прецизионное знание этой величины позволяет калибровать модели конфайнмента, поскольку масса D^+ превышает массу D^0 исключительно за счёт электромагнитного (разница зарядов) и связанного с изотопическим расщеплением вкладов. Отклонение экспериментальной Δm от предсказаний решёточной КХД могло бы указать на неизвестные динамические эффекты. Во-вторых, массы D-мезонов служат входным параметром для проверки унитарности матрицы СКМ. В лептонных распадах $D^+ \rightarrow \mu^+ \nu_\mu$ точное значение массы заряженного D-мезона необходимо для выделения константы распада F_D . В свою очередь, сравнение F_D , извлечённой из эксперимента, с предсказаниями КХД на решётке, тестирует механизмы нарушения киральной симметрии в секторе тяжёлых кварков. Наконец, совместное прецизионное знание масс D^0 и D^+ позволяет улучшить поиск редких распадов и CP-нарушения в очарованных адронах. При реконструкции трёхчастичных каналов (например, $D^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+$) систематическая погрешность, связанная с масштабom масс, напрямую ограничивает возможность наблюдения локальных асимметрий в фазовом пространстве диаграмм Далица.

Детекторы на основе аэрогеля играют ключевую роль в физике высоких энергий благодаря возможности плавно изменять его показатель преломления в диапазоне от 1,008 до 1,15. Это позволяет создавать черенковские счётчики, эффективно разделяющие пионы, каоны и протоны в области импульсов 0,5–5 ГэВ/с, где газовые детекторы уже не работают, а твёрдые тела приводят к излишнему рассеянию. Благодаря радиационной стойкости и оптической прозрачности аэрогель незаменим в современных экспериментах, обеспечивая прецизионную идентификацию частиц в условиях ограниченного пространства.

Диссертационная работа И.В. Овтина посвящена прецизионному измерению масс заряженного и нейтрального D-мезонов на установке КЕДР, а также обобщению опыта работы с пороговыми аэрогелевыми черенковскими счетчиками АШИФ в этом эксперименте.

Основные результаты работы были неоднократно представлены автором на международных конференциях, а также сессии-конференции секции ядерной физики ОФН РАН.

Достоверность исследования

Достоверность полученных результатов и методики измерений обеспечена внутренней независимой проверкой коллаборации КЕДР. Также о достоверности исследования и высокой степени обоснованности научных результатов,

сформулированных в диссертации свидетельствует подробное описание проведенных измерений и публикация результатов в ведущих рецензируемых научных журналах.

Научная новизна работы

Масса заряженного D-мезона измерена с наилучшей в мире точностью, вдвое превосходящей точность предыдущего измерения. А также напрямую измерена разность масс нейтрального и заряженного D-мезонов в одном эксперименте. Также впервые обеспечена работоспособность системы идентификации на основе 160 азрогелевых черенковских счетчиков, собранных по методу АШИФ на временном интервале более 10 лет в эксперименте на e^+e^- -коллайдере.

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

Во **Введении** описывается актуальность работы и формулируется тема исследования, а также новизна и практическая значимость работы.

В **первой главе** приводится история открытия и изучения мезонных состояний с открытым чармом. Отдельное внимание уделяется экспериментам по измерению масс нейтрального и заряженного D-мезонов, а также их разности.

Вторая глава посвящена описанию ускорительного комплекса ВЭПП-4М, а также основных детекторных подсистем спектрометра КЕДР..

В **третьей главе** описаны принцип работы и конструкция системы идентификации частиц на основе 160 азрогелевых черенковских счетчиков, собранных по методу АШИФ, подходы к калибровке и реконструкции сигнала. Здесь приводятся также сведения об эффективности идентификации частиц, а также сравниваются экспериментальные результаты с результатами моделирования. Отдельно обсуждается вопрос долговременной стабильности работы системы.

В **четвертой главе** описывается методика измерения масс D-мезонов, приводятся результаты измерений, обсуждаются основные источники систематических ошибок. Производится сравнение полученных результатов с результатами предыдущих измерений.

В **Заключении** перечислены основные результаты диссертации.

Представленная диссертация не лишена некоторых недостатков.

Из текста диссертации не ясно, откуда берётся ошибка 0.1 для амплитуды сигнала μ в таблице 3.4, не зависящая от самой амплитуды.

В разделе 3.5.2 был бы очень информативен график зависимости величины K/π разделения в терминах числа стандартных отклонений (формула 3.12) как функции импульса.

Информация о долговременной стабильности системы идентификации на основе азрогеля является одним из ключевых результатов работы, важным для будущих экспериментов с детекторами подобного типа. Но в диссертации не приводятся детальных условий эксплуатации (температура, влажность, их вариация и т. д.). Не делается также попытки проанализировать полученный результат на предмет выяснения причины уменьшения амплитуды сигнала со временем.

В разделе 4.1 можно было бы больше времени уделить анализу основных вкладов в систематику измерения импульса. Это дало бы представление о том, насколько можно будет улучшить результат измерения масс D-мезонов в будущем.

Критерий отбора треков для реконструкции D-мезона $\chi^2 < 100$ не объяснён и введливого читателя, не вовлечённого в подобный анализ, может ввести в заблуждение (не указано число степеней свободы и не объяснено, из каких соображений выбрано значение 100).

Тем не менее, указанные выше замечания не вносят принципиальных изменений в выносимые автором на защиту положения и выводы.

Автореферат диссертации оформлен в полном соответствии с требованиями ВАК, полностью отражает содержание диссертации и содержит необходимые формулировки цели и задач исследований, выносимых на защиту.

Подводя итоги, можно с уверенностью сказать, что диссертация И. В. Овтина представляет собой законченное научное исследование – научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задач, важных как для развития физики сильного и слабого взаимодействий, а также для методики физического эксперимента в области физики высоких энергий.

Основные результаты диссертации опубликованы в научных изданиях, соответствующих списку ВАК РФ и прошли соответствующую апробацию в виде докладов на российских и международных конференциях.

Работа является завершённой научно-квалификационной работой и полностью соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842. Автор диссертации, Овтин Иван Валерьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.3.15. «Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий».

Я, Гуськов Алексей Вячеславович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Овтина Ивана Валерьевича и их дальнейшую обработку

Официальный оппонент, д. ф.-м. н. заместитель
Директора Лаборатории ядерных проблем
Объединённого института ядерных исследований
Адрес: 141980, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри 6
Тел.: (+7-49621) 65-059 Факс: (+7-495) 632-78-80
e-mail: avg@jinr.ru

Алексей Вячеславович Гуськов


25.05.2026

Подпись А.В. Гуськова заверяю
Учёный секретарь ЛЯП ОИЯИ
Кандидат физ.-мат. наук

Симоненко Ирина Викторовна



25.5.2026

