

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д002.023.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧЕРЕЖДЕНИЯ
НАУКИ ФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА ИМ. П.Н. ЛЕБЕДЕВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ
УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

Аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 13 декабря 2021 г. № 46

О присуждении Попову Виталию Евгеньевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Новые методы измерения комплексных фаз в распадах тяжёлых адронов в нейтральные каоны» по специальности 01.04.23 – «Физика высоких энергий» принята к защите 4 октября 2021 года, протокол № 44 диссертационного совета Д002.023.02, созданного приказом № 717н/к на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53 (ФИАН).

Соискатель Попов Виталий Евгеньевич, 1993 года рождения, в 2017 году окончил с отличием Факультет общей и прикладной физики Московского физико-технического института (МФТИ), защитив магистерскую дипломную работу. С 1 октября 2017 года обучался в аспирантуре ФИАН по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия» и закончил её в 2021 году, получив диплом об окончании аспирантуры с присвоением квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь». Справка об обучении и сдаче кандидатских экзаменов выдана ФИАН в 2021 году.

Диссертационная работа выполнена в Лаборатории тяжёлых кварков и лептонов ФИАН, в которой В.Е. Попов работает с 2017 года; в настоящее время по результатам конкурса занимает должность высококвалифицированного младшего научного сотрудника.

Научный руководитель – Пахлов Павел Николаевич, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН, работает в Лаборатории тяжелых кварков и лептонов в должности высококвалифицированного главного научного сотрудника.

Официальные оппоненты:

1. Бережной Александр Викторович, доктор физико-математических наук, профессор РАН, заведующий лабораторией тяжелых кварков и редких распадов «Научно-исследовательского института ядерной физики им. Д.В. Скобельцына Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова»,
2. Куденко Юрий Григорьевич, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт ядерных исследований Российской академии наук»,

дали положительные отзывы о диссертации и указали, что соискатель Попов В.Е. заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт ядерной физики имени Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук» в своем положительном заключении, подписанном доктором физико-математических наук, профессором РАН Ачасовым Михаилом Николаевичем, старшим научным сотрудником лаборатории 3-1 ИЯФ СО РАН, и утвержденном доктором физико-математических наук, академиком РАН Логачевым Павлом Владимировичем, директором ИЯФ СО РАН, указала, что соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием у них признанных достижений в области физики высоких энергий.

Соискатель является соавтором 58 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 4 работы, из них в рецензируемых научных изданиях, индексируемых Web of Science, опубликовано 4 работы. Результаты работы представлены в 3 докладах на международных конференциях и 2 российских конференциях.

Наиболее значимые результаты по теме диссертации опубликованы в работах:

1. P. Pakhlov and **V. Popov**, “Measurement of D^0 - anti- D^0 mixing parameters using semileptonic decays of neutral kaon”, J. of High Energ. Phys., 02, 160 (2020);
2. **V. Popov**, “Strong-phase Measurement in Charmed-Hadron Decays in Belle II and c-tau Factory”, Phys. Atom. Nucl. 83, no. 6, 980-983 (2020);
3. E. Kou, ..., **V. Popov**, et. al. [Belle-II], “The Belle II Physics Book”, PTEP 2019, no. 12, 123C01 (2019);
4. P. Pakhlov and **V. Popov**, “Time-dependent study of $K_S \rightarrow \pi^+ \pi^-$ decays for flavour physics measurements”, J. of High Energ. Phys., 09, 092 (2021);

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем В.Е. Поповым работах.

Диссертационный совет отмечает, что в диссертации впервые разработаны методы измерения комплексных фаз в распадах тяжелых адронов с использованием анализа зависящей от времени вероятности распада нейтральных каонов.

На основании выполненных соискателем исследований диссертационный совет отмечает следующие основные результаты работы:

1. Впервые разработан метод измерения разности сильных фаз в распадах очарованных адронов с использованием полулептонных распадов каонов. В работе продемонстрировано, что анализ зависящей от времени вероятности полулептонного распада

нейтрального каона позволяет извлечь параметры начальной суперпозиции, в том числе разность сильных фаз, без тригонометрической и модельной неопределенностей.

2. Разработан метод экспериментального восстановления нейтрального каона в полулептонном конечном состоянии и определены способы подавления фона. В условиях эксперимента Belle II такой метод позволяет восстанавливать нейтральные каоны с эффективностью 70% и разрешением по времени жизни нейтрального каона лучше 5%.
3. Впервые предложен метод измерения разности сильных фаз в распадах очарованных адронов с использованием анализа распадов нейтрального каона в CP -собственное конечное состояние. Феноменологический анализ эволюции суперпозиции нейтральных каонов, рожденной в распаде тяжелых адронов, показал, что CP -нарушение позволяет эффективно разделить вклады собственных состояний аромата нейтрального каона и может быть использовано для измерения параметров начальной суперпозиции нейтральных каонов. В работе показано, что измерения таким методом можно выполнить без тригонометрической и модельной неопределенностей.
4. Выполнена оценка потенциальной точности для предложенных методов в условиях экспериментов Belle II и проекта Супер чарм-тау фабрики. Для полного объема данных эксперимента Belle II получены значения потенциальной точности – 7° , 4° , 6° для распадов D_s^- , D^+ , D^0 -мезонов соответственно. Для эксперимента на будущей чарм-тау фабрике – 5° , 3° , 7° для распадов D_s^- , D^+ , D^0 -мезонов соответственно.
5. Разработан метод калибровки кремниевых фотоумножителей системы регистрации мюонов и долгоживущих нейтральных каонов

эксперимента Belle II, начавшего набор экспериментальных данных в 2018 году, и выполнена автоматизация процедуры калибровки. Проанализирован ускорительный фон в мюонной системе и предложены способы его подавления, когда светимость ускорителя Super KEKB достигнет проектных значений.

Все основные научные результаты, включенные в диссертацию, получены автором лично, являются оригинальными и научно обоснованными.

Научная новизна. Измерения сильных фаз необходимы для определения параметров смешивания, проверки правил сумм, основанных на SU(3) симметрии ароматов, и поиска Новой физики. Ранее подобные измерения были доступны лишь в отдельных экспериментах, в которых изучали сразу пару D^0 - и анти- D^0 -мезонов, рожденных в квантово-спутанном состоянии. Важно отметить, что анализ квантово-спутанных пар очарованных мезонов применим лишь для нейтральных частиц, в то время как предложенные и разработанные в данной работе методы позволяют измерять разность сильных фаз для распадов заряженных мезонов и барионов.

Предложенный в работе метод использования полуперлептонных распадов нейтральных каонов может быть применен для измерения параметров распадов очарованных адронов. Несмотря на небольшую относительную вероятность полуперлептонных распадов и невозможность реконструкции нейтрино, автором разработан эффективный алгоритм восстановления импульса каонов и оптимального подавления фона. Метод основан на изучении зависимости времени жизни каонов до распада в разные состояния аромата. Показана чувствительность предложенного метода к параметрам рожденной в начальный момент смеси нейтральных каонов.

Предложен новый метод измерения параметров начального состояния системы каонов с помощью исследования распадов в CP -собственное конечное состояние. Этот метод впервые применен на данных эксперимента Belle. Впервые наблюдался эффект CP -нарушения в распадах K -мезонов из

распадов очарованных адронов, продемонстрирована пригодность метода для решения поставленных задач и возможность достижения точности измерения, соответствующей полученным оценкам для эксперимента Belle II.

Научно-практическая значимость работы. Разработанные в диссертационной работе методы измерения фаз в распадах очарованных адронов имеют ключевое значение для корректной интерпретации обнаруженного недавно аномально большого CP -нарушения в распадах очарованных адронов. Поскольку теоретические расчеты вклада сильного взаимодействия на больших расстояниях выполнить проблематично для современного состояния КХД, необходимо привлечение экспериментальных данных об амплитудах и фазах двухчастичных распадов. Полную картину о фазах всех амплитуд можно получить, используя разработанные автором методы. Предложенные в работе измерения позволяют оценить вклад сильного взаимодействия на больших расстояниях и ответить на вопрос, является ли наблюдаемое CP -нарушение в очарованных адронах проявлением Новой физики или может быть объяснено в рамках Стандартной модели.

Предложенные в работе новые методы могут быть использованы как для измерения фундаментальных параметров CP -нарушения, так и для поиска проявлений Новой физики в распадах очарованных и прелестных адронов. Безусловным достоинством методов является их универсальность, поскольку они применимы в целом ряде существующих и будущих экспериментов в области физики высоких энергий.

Достоверность полученных результатов подтверждается проверкой разработанных методов на данных эксперимента Belle и хорошим согласием полученных оценок с экспериментальными данными.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы.

В ходе защиты соискатель В.Е. Попов ответил на заданные ему вопросы членов диссертационного совета, а также на замечания оппонентов и ведущей организации.

На заседании 13 декабря 2021 года диссертационный совет принял решение за разработку новых методов измерения сильных и слабых фаз в распадах очарованных и прелестных мезонов присудить В.Е. Попову ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 – «Физика высоких энергий».

При проведении тайного голосования члены диссертационного совета в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации (01.04.23 – «Физика высоких энергий»), участвовавшие в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовали:

за присуждение учёной степени -	17,
против присуждения учёной степени -	0,
недействительных бюллетеней -	0.

Председатель диссертационного

совета Д002.023.02,

член-корреспондент РАН, д.ф.-м.н.



Арсеев Петр Иварович

Ученый секретарь

к.ф.-м.н.

Вагин Константин Юрьевич

13.12.2021