



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
JOINT INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH

Дубна, Московская область, Россия 141980 Dubna Moscow Region Russia 141980
Telefax: (7-495) 632-78-80 Tel.: (7-49621) 65-059 AT: 205493 WOLNA RU E-mail: post@jinr.ru http://www.jinr.ru

19.05.17 № _____
на № _____ от _____



УТВЕРЖДАЮ

Директор

Объединенного института
ядерных исследований
академик РАН В.А.Матвеев

«__» мая 2017 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Белобородова Константина Ивановича
«Изучение процессов $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ и $e^+e^- \rightarrow K_S K_L$ на детекторе СНД», представленную на
соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.16 — физика атомного ядра и элементарных частиц.

Несмотря на многолетние исследования образования адронов в электрон-позитронной аннигиляции в области низких энергий, отсутствие достаточно хорошего теоретического и часто даже феноменологического описания этих процессов по-прежнему требует получения надежных и точных экспериментальных данных для дальнейшего использования в таких задачах, как прецизионное вычисление в рамках Стандартной модели аномального магнитного момента мюона $(g-2)_\mu$ и бегущей константы связи электромагнитных взаимодействий. Кроме того, измерение эксклюзивного образования адронов в электрон-позитронной аннигиляции дает богатую информацию о промежуточных векторных мезонах и

ИЯФ СО РАН
вх. № 10/6215

22 МАЙ 2017

1413

их возбужденных состояниях, а также о механизмах их распада. Этим обусловлена **актуальность** и **новизна** задачи, поставленной К.И.Белобородовым в своей диссертационной работе, нацеленной на изучение процессов $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ и $e^+e^- \rightarrow K_S K_L$ в области энергий выше ϕ -мезонного резонанса с использованием данных, полученных на детекторе СНД.

Обоснованность полученных результатов следует из того, что при выполнении программы исследований К.И.Белобородов грамотно использовал инструменты и методы статистической обработки экспериментальных данных. О **достоверности результатов** свидетельствует хорошее согласие полученных результатов с данными, полученными в экспериментах КМД-2 и BaBar.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения, содержит 111 страниц. Во **введении** обоснована актуальность работы, сформулирована цель исследования, обоснованы научная новизна и практическая значимость, определены результаты, выносимые на защиту, описана структура диссертации и публикации по теме диссертации, а также дан обзор текущего состояния проблемы. В **первой главе** приведено краткое описание ускорительных комплексов ВЭПП-2М и ВЭПП-2000. Во **второй главе** описывается детектор СНД. Основное внимание уделено калориметру на основе кристаллов NaI(Tl) и черенковскому детектору, работа которых имеет решающее значение для анализа исследуемых процессов. Кроме того, дано описание наборов данных, используемых для измерения сечений процессов $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$ и $e^+e^- \rightarrow K_S K_L$. **Третья глава** содержит подробное описание методики анализа данных по изучению процесса $e^+e^- \rightarrow K_S K_L$ в диапазоне энергий 1,04-1,38 ГэВ и полученные результаты. Анализ опирается на реконструкцию K_S -мезона в распаде на два нейтральных пиона и анализ распределения массы отдачи. Детально рассматриваются фоновые процессы и источники систематических погрешностей. Приведено описание процедуры вычисления борновского сечения процесса $e^+e^- \rightarrow K_S K_L$ на основе измеренного видимого сечения. В **четвертой главе** содержится описание процедуры и результаты измерения длины неупругого ядерного взаимодействия K_L -мезона в NaI(Tl) в диапазоне импульсов от 0,11 до 0,48 ГэВ/с. Приведено сравнение измерений с предсказаниями программ моделирования UNIMOD2 и Geant4. **Пятая глава** содержит результаты анализа данных по изучению процесса $e^+e^- \rightarrow K^+K^-$. Анализ основан на идентификации каонов в черенковском детекторе. Подробно исследованы фоновые процессы и источники систематических погрешностей. Подтверждено значительное расхождение новых данных с измерениями экспериментов СНД на ВЭПП-2М и DM2, ранее обнаруженное в данных эксперимента BaBar, и обсуждаются его возможные причины. В **заключении** автором суммируются результаты диссертационной работы.

Достоинство работы К.И.Белобородова заключается в том, что в ней представлены

результаты, точность которых не уступает лучшим мировым измерениям. Точность измерения сечения процесса $e^+e^- \rightarrow K_S K_L$ достигнутая в данной работе сравнима с полученной в экспериментах КМД-2 и BaBar, однако имеет отличные от них источники систематических погрешностей. Измеренное сечение процесса $e^+e^- \rightarrow K^+ K^-$ является на данный момент наиболее точным в области энергии от 1,05 до 2,0 ГэВ. Длина неупругого ядерного взаимодействия K_L -мезона в NaI(Tl) в диапазоне импульсов от 0,11 до 0,48 ГэВ/с измерена впервые и этот результат имеет большое практическое значение для проектирования детекторов на основе NaI(Tl) в будущих экспериментах с образованием нейтральных каонов.

Научная и практическая значимость проведенных автором диссертации исследований несомненна.

В качестве замечаний к работе отметим следующее:

1. Описание детектора СНД содержит достаточно подробное описание калориметра и черенковского детектора, однако остальные части установки описаны довольно схематично. Основные характеристики трековой системы (координатное разрешение, эффективность регистрации) не приводятся, полностью отсутствует описание триггера и системы сбора данных. Подробности, касающиеся программного обеспечения, приведены очень скупо и относятся только к модернизированной установке СНД.

2. В разделе 2.5 желательно привести ссылку на публикацию, содержащую описание процедуры, результатов и погрешностей определения интегральной светимости для наборов данных, используемых в работе.

3. На стр. 99 указывается, что суммарная систематическая погрешность вычислялась как сумма независимых погрешностей, в то время как речь идет, очевидно, о квадратичной сумме, что подтверждается численными значениями, приведенными в таблице 5.3.

4. Работа не лишена опечаток, орфографических ошибок и небрежностей в изложении. Например, на стр. 63 вместо термина «феноменологические модели» используется термин «фенологические модели». На стр. 59 присутствует ссылка на несуществующую «секцию V», в то время как имеется в виду раздел 3.7. Кроме того, орфографические ошибки и опечатки присутствуют на стр. 5 и стр.18.

Указанные замечания не снижают достоинств работы. Личный вклад автора не вызывает сомнений.

Результаты работы докладывались на международных конференциях и в полной мере опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

Диссертация хорошо оформлена и ясно изложена. Автореферат правильно отражает содержание диссертации, содержит необходимые формулировки цели и задач исследований, выносимых на защиту положений, научной новизны и практической значимости.

В целом диссертация представляет собой законченное научное исследование – научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для физики элементарных частиц.

Результаты работы найдут применение как в действующих, так и в проектируемых экспериментах в физике высоких энергий, ведущихся в ИЯФ СО РАН (г.Новосибирск), Национальной лаборатории ИНФН-Фраскати (Италия), ИФВЭ АН КНР (г.Пекин, Китай) и других исследовательских центрах, в которых изучается образование адронов в электрон-позитронной аннигиляции при низких энергиях.

Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N842, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор диссертации Константин Иванович Белобородов заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 — физика атомного ядра и элементарных частиц. Работа обсуждалась на семинаре Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ 15 марта 2017 г.

Директор Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ
доктор физ.-мат. наук

В.А.Бедняков

Отзыв составил
начальник научно-экспериментального отдела
встречных пучков ЛЯП ОИЯИ
канд. физ.-мат. наук

А.С.Жемчугов

Адрес: 141980 Московская обл., г.Дубна, ул. Жолио-Кюри, д.6, ЛЯП ОИЯИ

Телефон: +7 (496) 2162014

E-mail: zhemchugov@jinr.ru