

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.01
НА БАЗЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 01.02.2017 № 91

О присуждении Пивоварову Алексею Александровичу ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Рождение мезонов в распадах тау-лептонов и e^+e^- -аннигиляции в рамках расширенной модели Намбу–Иона-Лазинио» по специальности 01.04.02 – теоретическая физика принята к защите 26.10.2016 (протокол № 89) диссертационным советом Д 720.001.01 на базе международной межправительственной организации «Объединенный институт ядерных исследований», 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д.6, приказ Рособнадзора о создании совета № 1484-1047 от 11.07.2008; полномочия совета подтверждены приказом Минобрнауки РФ № 105/НК от 11.04.2012.

Соискатель **Пивоваров Алексей Александрович** 1988 года рождения.

В 2013 году соискатель окончил магистратуру факультета общей и прикладной физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» с присвоением квалификации «магистр по направлению подготовки 010900 – “Прикладные математика и физика”». Освоил программу подготовки в очной аспирантуре Учебно-научного центра Международной межправительственной организации «Объединенный институт ядерных исследований». Работает младшего научного сотрудника в Объединенном институте ядерных исследований, международная межправительственная организация. Диссертация выполнена в Лаборатории теоретической физики имени Н.Н. Боголюбова Объединенного института ядерных исследований, международная

межправительственная организация.

Научные руководители:

доктор физико-математических наук **Волков Михаил Константинович**, Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория теоретической физики имени Н.Н. Боголюбова, главный научный сотрудник;

доктор физико-математических наук **Теряев Олег Валерианович**, Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория теоретической физики имени Н.Н. Боголюбова, начальник сектора;

Официальные оппоненты:

Галкин Владимир Олегович, доктор физико-математических наук, без звания, Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр “Информатика и управление”» Российской академии наук, Институт образовательной информатики, ведущий научный сотрудник;

Клименко Константин Григорьевич, доктор физико-математических наук, без звания, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации – Институт физики высоких энергий», Отдел теоретической физики, главный научный сотрудник дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном **Арбузовым Борисом Андреевичем** (доктор физико-математических наук, профессор, Отдел теоретической физики Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, ведущий научный сотрудник), **Савриным Виктором Ивановичем** (доктор физико-математических наук, профессор, Отдел теоретической физики Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, заведующий отделом), **Панасюком Михаилом Игоревичем** (доктор физико-математических наук, профессор, Научно-исследовательский институт ядерной

физики имени Д.В. Скобельцына, директор) и утвержденным **Федяниным Андреем Анатольевичем** (доктор физико-математических наук, профессор, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, проректор) указала, что «В рецензируемой диссертации рассматриваются следствия расширенной модели Намбу–Иона-Лазинио, в которой наряду с основными параметрами модели вводятся также формфакторы кварковых взаимодействий. <...> Во второй главе рассматриваются распады Λ -лептонов, содержащие состояния с ненулевой странностью среди продуктов распада. Для распадов $\tau \rightarrow K^- \pi^0 \nu_{\tau}$ и $\tau \rightarrow K^0 \nu_{\tau}$ получено хорошее согласие с экспериментальными значениями. <...> Аналогичным образом вычисляется и распад $\tau \rightarrow K^+ \pi^-(958) \nu_{\tau}$ в согласии с экспериментальными ограничениями. При этом показано, что в рамках методики расширенной модели вполне удовлетворительно работает резонансная параметризация Брейта-Вигнера. Для распада $\tau \rightarrow K^+ K^0 \nu_{\tau}$ с двумя странными мезонами также получено удовлетворительное согласие с имеющимися данными. Большой интерес представляют также результаты по поляризационным эффектам в распаде $\tau \rightarrow K^- \pi^0 \nu_{\tau}$. <...> В третьей главе диссертации развитый подход применяется к исследованию процессов электрон-позитронной аннигиляции в мезоны. <...> С учётом определённых ранее параметров смешивания мезонов и их возбуждений, получены выражения для эффективных поперечных сечений исследуемых процессов. <...> Представленная работа является законченным научным исследованием и представляет значимый интерес с точки зрения теоретического описания физики адронов при низких и средних энергиях. Актуальность и новизна результатов не вызывают сомнений. <...> Результаты исследований неоднократно докладывались на научных семинарах и были своевременно опубликованы в ведущих международных рецензируемых журналах, индексируемых в *Web of Science* и *SCOPUS*. <...> Высказанные соображения позволяют заключить, что диссертационная работа Пивоварова Алексея Александровича “Рождение мезонов в распадах τ -лептонов и e^+e^- -аннигиляции в рамках расширенной модели Намбу–Иона-Лазинио” полностью соответствует всем

требованиям ВАК, предъявляемым к диссертации на соискание учёной степени кандидата наук, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 с изменениями от 21 апреля 2016 года (приказ № 335), а её автор, безусловно, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика».

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 5 работ, из которых 5 опубликованы в рецензируемых научных изданиях рекомендованных ВАК. Основные работы:

1. Volkov M. K., Pivovarov A. A. The decay $\tau \rightarrow K^- \pi^0 \nu_{\tau}$ in the Nambu-Jona-Lasinio model // Modern Physics Letters A. — 2016. — Vol. 31. — P. 1650043. (7 стр.)
2. Volkov M. K., Pivovarov A. A. The decays $\tau \rightarrow (\eta, \eta') K^- \nu_{\tau}$ in the extended Nambu–Jona-Lasinio model // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики — 2016. — Vol. 103. — P. 697-701. (5 стр.)
3. Volkov M. K., Pivovarov A. A. The decay $\tau \rightarrow K^0 K^- \nu_{\tau}$ in the extended Nambu–Jona-Lasinio model // Modern Physics Letters A. — 2016. — Vol. 31. — P. 1650138. (6 стр.)
4. Pivovarov A. A., Teryaev O. V. The polarization effects of the process $\tau \rightarrow K^- \pi^0 \nu_{\tau}$ in the Nambu-Jona-Lasinio model // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики — 2016. — Vol. 104. — P. 545-546. (2 стр.)
5. Volkov M. K., Pivovarov A. A. The processes $e^+e^- \rightarrow K^{pm} (K^{*mp} (892), K^{*mp} (1410))$ and $e^+e^- \rightarrow (\eta, \eta'(958)) (\phi (1020), \phi(1680))$ in the extended Nambu-Jona-Lasinio model // International Journal of Modern Physics A. — 2016. — Vol. 31. — P. 1650155. (11 стр.)

Все работы выполнены в нераздельном соавторстве. Общий объем опубликованных работ по материалам диссертации составляет 31 печатная страница. Все перечисленные выше работы опубликованы в журналах, которые включены в международные системы цитирования Web of Science и SCOPUS и хорошо известны

научному сообществу. Все журналы рецензируемые, опубликованные работы прошли серьезную всестороннюю проверку рецензентами – ведущими специалистами в области теоретической физики и феноменологии в низкоэнергетической адронной физике.

На диссертацию и автореферат дополнительные отзывы не поступали.

Отзывы официальных оппонентов и ведущей организации положительные, но содержат следующие основные замечания, не снижающие общей высокой оценки научного уровня диссертации. В отзыве В.О. Галкина говорится *«В качестве замечаний и пожеланий укажем следующее. В диссертации используется нестандартный вид пропагатора Брейта-Вигнера без обсуждения преимуществ используемого выбора. Все вычисленные значения ширин распадов приведены без учёта теоретических неопределённостей. Было бы желательно в дальнейшем оценить теоретические ошибки в рамках рассматриваемой модели, например, связанные с неопределённостями в параметрах модели. В работе имеется ряд мелких опечаток. Так на стр. 53 написано “в качестве промежуточных могут выступать только векторные и псевдоскалярные частицы”, а в дальнейшем правильно рассматриваются вклады векторных и скалярных частиц. Подписи к рисункам 3.3 и 3.4 совпадают, хотя на них изображены разные процессы. <...> Диссертационная работа А.А. Пивоварова является законченной научно-исследовательской работой, содержащей решение актуальной задачи – теоретического исследования процессов адронных распадов тау-лептона и процессов электрон-позитронной аннигиляции в мезоны, содержащие странные кварки»*. В отзыве К.Г. Клименко говорится *«К недостаткам можно отнести то, что не рассмотрены процессы с участием K_s , K_L , которые связаны с эффектами нарушения CP-инвариантности. Диссертация написана ясно и лаконично. <...> Её материалы были опубликованы в научных журналах, рекомендованных ВАК для публикации основных результатов диссертаций»*. В отзыве ведущей организации сказано *«По содержанию диссертации можно сделать следующие замечания. 1. При представлении результатов вычислений в диссертации не всегда обсуждаются возможные погрешности ответа. Было бы полезно оценить типичную точность*

вычислений в рамках представленного подхода. Положительным примером здесь могло бы послужить обсуждение результата для распада $\tau \rightarrow K^- K^0 \nu_{\tau}$ на стр. 56-57, где показано, как меняется результат при вариации параметров возбуждённых состояний в пределах точности их определения. При этом получающаяся погрешность результата оказывается порядка 15%. По-видимому, оценка 10-15% могла бы служить ориентиром точности подхода для рассматриваемых процессов. 2. При вполне аккуратном изложении в целом, имеются некоторые опечатки. Например, на стр. 39, 2-я строка снизу: “промежуточных” вместо “промежуточным”. Сделанные замечания не являются принципиальными и не снижают существенно ценность результатов рассматриваемой диссертационной работы».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации основан на том, что оба оппонента являются видными специалистами, как в области теоретической физики, так и в области физики адронов, а ведущая организация – одним из лидирующих научно-исследовательских институтов в области экспериментальной и теоретической физики. Это подтверждается многочисленными публикациями в журналах из списка ВАК, индексируемых в международных базах данных Web of Science и SCOPUS, а также высоким индексом цитируемости их работ.

Диссертационный совет отмечает, что в рамках проведённых соискателем исследований:

Выполнен расчет процессов странных распадов τ -лептона в псевдоскалярные мезоны $\tau \rightarrow K^- \pi^0 \nu_{\tau}$, $\tau \rightarrow K^- \eta \nu_{\tau}$ и $\tau \rightarrow K^- K^0 \nu_{\tau}$ в рамках модели НИЛ. Были получены парциальные и дифференциальные ширины этих распадов. Выполнен сравнительный анализ с экспериментальными работами и теоретическими работами других авторов. Полученные результаты находятся в удовлетворительном согласии с экспериментальными данными.

Выполнен расчет процессов e^+e^- -аннигиляции в псевдоскалярный и векторный мезоны $e^+e^- \rightarrow K^{*pm} K^{*mp}(892)$ и $e^+e^- \rightarrow \phi(1020)$ эта в рамках модели НИЛ. Были получены их полные сечения. Выполнен сравнительный анализ с экспериментальными работами и теоретическими работами других авторов.

Полученные результаты находятся в удовлетворительном согласии с экспериментальными данными.

Сделаны предсказания для парциальной и дифференциальной ширины процесса $\tau \rightarrow K^- \text{эта}'(958) \nu_{\tau}$, а также полных сечений процессов $e^+e^- \rightarrow K^{*mp}(1410)$, $e^+e^- \rightarrow \text{фи}(1020) \text{эта}'(958)$ и $e^+e^- \rightarrow \text{фи}(1680) \text{эта}$ в рамках модели НИЛ.

Впервые рассмотрены поляризационные эффекты τ -распадов с использованием модели НИЛ на примере процесса $\tau \rightarrow K^- \pi^0 \nu_{\tau}$. Была получена оценка влияния учета поляризации τ -лептона на дифференциальную ширину. Получена зависимость этого влияния от величины инвариантной массы конечных мезонов и отношения их энергий для случая поперечной поляризации τ -лептона.

Теоретическая значимость исследования обусловлена тем, что вычисление процессов $\tau \rightarrow K^- \pi^0 \nu_{\tau}$, $\tau \rightarrow K^- \text{эта} \nu_{\tau}$, $\tau \rightarrow K^- K^0 \nu_{\tau}$ и $\tau \rightarrow K^- \text{эта}'(958) \nu_{\tau}$ завершило расчёт серии вычислений трёхчастичных τ -распадов с псевдоскалярными мезонами в конечных состояниях. Показано, что во всех исследуемых в диссертационной работе процессах основной вклад даёт векторный канал. Продемонстрировано, что применение пропагатора Брейта-Вигнера для описания промежуточных мезонных состояний приводит к удовлетворительным результатам. Выполненные в диссертационной работе расчёты показали, что применение модели НИЛ для вычисления процессов распадов τ -лептона и e^+e^- -аннигиляции может быть успешно распространено на область странных частиц без использования дополнительных произвольных параметров.

Значение полученных соискателем результатов для практики подтверждается тем, что рассмотренные в диссертационной работе процессы активно исследуются во многих экспериментальных центрах и коллаборациях. Получен ряд предсказаний, которые могут быть полезны для будущих экспериментов. Процессы электрон-позитронной аннигиляции, вычисленные в данной работе, могут быть полезны для описания процессов $e^+e^- \rightarrow K K$ (эта , $\text{эта}'(958)$, π).

Оценка достоверности результатов исследования выявила: методы

исследования, использовавшиеся в диссертационной работе, развиты в модели НИЛ и успешно апробированы ранее на других процессах мезонных тау-распадов, e^+e^- -аннигиляций и распадов мезонов. Расчёты проводились с применением современных компьютерных систем символьных вычислений. Достоверность результатов подтверждается сопоставлением с экспериментальными данными и результатами теоретических расчётов других авторов.

Личный вклад соискателя в решение рассматриваемых в диссертации задач является определяющим. Численные результаты для рассматриваемых процессов были получены автором. Постановка задач и анализ результатов, а также написание научных работ проводились совместно с научными руководителями.

На заседании №91 1 февраля 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Пивоварову А.А. ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 13 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 19, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председател
диссертацион

Воронов Виктор Васильевич

Ученый секр
диссертацион

Арбузов Андрей Борисович

01.02.20