

"УТВЕРЖДАЮ"

Ректор СГАУ
доктор технических наук, профессор
Шахматов Евгений Владимирович



марта 2016 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)" (СГАУ)

Диссертация Полежаева Романа Геннадьевича «Описание процессов рассеяния и распада составных кварковых систем методами релятивистской квантовой механики с фиксированным числом частиц», представленная на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц, выполнена на кафедре общей и теоретической физики федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)" Министерства образования и науки Российской Федерации.

В период подготовки диссертации соискатель Полежаев Р. Г. с 2010 г. по 2013 г. обучался в очной аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный университет»¹ Министерства образования и науки Российской Федерации по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц.

В 2010 году соискатель Полежаев Роман Геннадьевич окончил государственного образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный университет» по специальности 03.03.02 - физика с присвоением квалификации «Физик».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2013 г. федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный университет».

¹ В соответствии с листом записи Единого государственного реестра юридических лиц 11 ноября 2015 г. федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Самарский государственный университет» прекратило деятельность путем реорганизации в форме присоединения к федеральному государственному автономному образовательному учреждению высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»

Научные руководители: доктор физико-математических наук Крутов Александр Федорович, профессор кафедры общей и теоретической физики физического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» Министерства образования и науки Российской Федерации; доктор физико-математических наук Троицкий Вадим Евгеньевич, профессор, заведующий лабораторией отдела теоретической физики высоких энергий Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» Министерства образования и науки Российской Федерации.

По результатам рассмотрения диссертации «Описание процессов рассеяния и распада составных кварковых систем методами релятивистской квантовой механики с фиксированным числом частиц» принято следующее заключение.

Основные результаты, полученные в диссертации:

1. В рамках мгновенной формы релятивистской квантовой механики (РКМ) разработана процедура параметризации матричного элемента электрослабого тока, недиагонального по полному угловому моменту.
2. Произведено вычисление константы лептонного распада ρ -мезона с использованием разработанного метода. Получено стандартное выражение для константы лептонного распада ρ -мезона.
3. С использованием развитой процедуры получено аналитическое выражение для переходного формфактора $F_{\pi\rho}(Q^2)$ и соответствующего магнитного момента перехода $\mu_{\pi\rho}$ в распаде $\rho \rightarrow \pi\gamma^*$. Численные расчеты дают хорошее согласие с экспериментом.
4. Показана возможность согласованного описания измеренных в экспериментах электрослабых характеристик π - и ρ - мезонов при одних и тех же параметрах модели.
5. Произведен расчет среднего квадратичного радиуса ρ -мезона при фиксированных параметрах модели. Результаты удовлетворяют гипотезе о равенстве зарядовых и сильных радиусов сильно взаимодействующих частиц, подтвержденной экспериментально для ряда адронов.
6. С использованием развитого метода построения операторов электрослабых токов показана эквивалентность трех основных форм РКМ на примере описания электромагнитного формфактора пиона. Получены одинаковые аналитические выражения для электромагнитного формфактора и среднеквадратичного радиуса пиона в рамках трех основных форм РКМ.

Личный вклад соискателя является определяющим при получении результатов, составивших основу диссертации. В частности, автором сформулирована методика построения матричного элемента электрослабого тока перехода, недиагонального по полному угловому моменту, выведены рабочие формулы, проведены все численные расчеты.

Достоверность и обоснованность научных положений и выводов диссертации подтверждается использованием общепринятых методов релятивистской квантовой механики, строгого метода построения матричных элементов локальных операторов, хорошим согласием полученных результатов с современными экспериментальными данными, а также совпадением в частных случаях с результатами вычислений в других подходах.

Научная новизна

В диссертации в рамках РКМ разработан новый эффективный метод описания электрослабых свойств мезонов. Центральным пунктом развитого подхода является процедура построения электрослабых токов. В диссертации сформулирован метод построения матричных элементов электрослабых токов, недиагональных по полному угловому моменту - метод параметризации матричных элементов токов перехода. Сформулированное в рамках развитого метода модифицированное импульсное приближение не приводит к нарушению условий лоренц-ковариантности и сохранения тока в отличие от общепринятого импульсного приближения. Развитый в диссертации подход привел к ряду оригинальных результатов.

- В развитом формализме дан новый метод вычисления константы лептонного распада ρ -мезона. Результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментом.
- Произведено согласованное описание электрослабых характеристик π - и ρ -мезонов при одних и тех же параметрах модели, что является отличительным свойством развитого подхода.
- Без свободных параметров рассчитан средний квадратичный радиус ρ - мезона. Результаты расчета удовлетворяют гипотезе Ву и Янга о равенстве зарядового и сильного радиусов, подтвержденной экспериментально для ряда адронов. Этот результат является оригинальной чертой диссертационной работы.
- В рамках мгновенной формы РКМ проведен расчет радиационного перехода $\rho \rightarrow \pi\gamma^*$. Вычислен магнитный момент перехода $\mu_{\pi\rho} = F_{\pi\rho}(0)$. Результаты расчетов хорошо согласуются с экспериментальными данными и соответствуют предсказаниям КХД.
- Для трех основных форм РКМ впервые показана эквивалентность описания электромагнитной структуры пиона, как связанного состояния u - и \bar{d} - кварков. Аналитические выражения для электромагнитного формфактора пиона полностью совпадают в рамках трех основных форм РКМ.

Практическая значимость и ценность работы

Сформулирован новый эффективный метод, позволяющий проводить расчеты электрослабых процессов в составных кварковых системах. Полученные в диссертации результаты расчетов электромагнитных формфакторов дают информацию о переходном режиме от непертурбативной к пертурбативной кварковой динамике. Вычисление константы лептонного распада ρ -мезона и полученное в диссертационной работе согласованное описание электрослабых характеристик π - и ρ -мезонов позволяют зафиксировать параметры составной

кварковой модели, предсказывать и интерпретировать результаты новых экспериментов.

Диссертационная работа выполнена по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц.

По материалам диссертации опубликовано 15 работ, в их числе 9 статей в журналах, 6 тезисов докладов на международных и всероссийских конференциях:

1. Крутов А.Ф., Полежаев Р.Г. Построение оператора электромагнитного тока в разных формах Пуанкаре-инвариантной квантовой механики//Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки.-2013.-вып.2(31).-С.243–249.
2. Крутов А.Ф., Полежаев Р.Г. Описание электромагнитной структуры пиона в различных формах Пуанкаре-инвариантной квантовой механики//Ядерная физика и инжиниринг.- 2013.-Т.4.-С.848-852.
3. Krutov A.F., Polezhaev R.G. The construction of the electromagnetic current operator for the process of decay of the rho-meson in the instant form of the Poincare-invariant quantum mechanics// Proceeding of Science- 2014.-V.67.-P.1–8.
4. Крутов А.Ф., Полежаев Р.Г. Описание радиационных распадов $V \rightarrow P\gamma^*$ в различных формах Пуанкаре-инвариантной квантовой механики//Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки.-2015.-Т.19(2).-С.259–269.
5. Крутов А.Ф., Полежаев Р.Г., Троицкий В.Е. Описание радиационных распадов в рамках мгновенной формы релятивистской квантовой механики //Теоретическая и математическая физика.-2015.-Т.184(2).-С.290–306.
6. Krutov A.F., Polezhaev R.G., Troitsky V.E. Radius of the ρ - meson determined from its decay constant // Physical Review D.- 2016.-V.93.-P.036007; arxiv:1602.00907.
7. Крутов А.Ф., Полежаев Р.Г. Электромагнитный формфактор пиона в разных формах динамики//Теоретическая физика.-2011.-Т.12.-С.50–62.
8. Крутов А.Ф., Полежаев Р.Г. Построение оператора электромагнитного тока в брейтовской системе отсчета//Теоретическая физика. -2011.-Т.12.-С.63–68.
9. Крутов А.Ф., Полежаев Р.Г. Недиагональная параметризация матричного элемента электромагнитного тока в мгновенной форме Пуанкаре-инвариантной квантовой механики//Теоретическая физика.-2012.-Т.13.-С.77–82.
10. Крутов А.Ф., Полежаев Р.Г. Описание электромагнитной структуры пиона//Тезисы докладов международной сессии-конференции секции ядерной физики ОФН РАН «Физика фундаментальных взаимодействий».-2012.-С.114-115.
11. Крутов А.Ф., Полежаев Р.Г. Формфактор пиона//Третья международная конференция «Математическая физика и ее приложения». Самара 2012.-С.177.
12. Крутов А.Ф., Полежаев Р.Г. Расчет переходного формфактора $F_{\rho \rightarrow \pi^*}(Q^2)$ в мгновенной форме Пуанкаре-инвариантной квантовой механики//Теоретическая физика.-2013.-Т.14.-С.19–33.
13. Крутов А.Ф., Полежаев Р.Г. Описание радиационных распадов $V \rightarrow P\gamma^*$ в разных формах Пуанкаре-инвариантной квантовой механики//Четвертая международная конференция «Математическая физика и ее приложения». Самара 2014.-С.210.
14. Krutov A.F., Polezhaev R.G., Troitsky V.E. Static electromagnetic moment and lepton decay constant of the ρ -meson in the instant form of relativistic quantum mechanics//arxiv:1512.07200.-2015.-P.1-9.
15. Krutov A.F., Polezhaev R.G., Troitsky V.E. Radiative decays $V \rightarrow P\gamma^*$ in the instant form of relativistic quantum mechanics//arxiv:1601.02678.-2016.-P.1-9.

Издания 1-6 входят в перечень рецензируемых научных изданий ВАК.

Таким образом, диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи, имеющей существенное значение для развития ядерной физики и физики элементарных частиц.

Диссертация «Описание процессов рассеяния и распада составных кварковых систем методами релятивистской квантовой механики с фиксированным числом частиц» Полежаева Романа Геннадьевича рекомендуется к защите на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц.

Заключение принято на заседании кафедры кафедре общей и теоретической физики ФГАОУВО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С. П. Королева (национальный исследовательский университет)», «22» марта 2016 г., протокол № 8.

Присутствовало на заседании 15 чел. Результаты голосования: «за» – 15 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел.

Заведующий кафедрой
общей и теоретической физики СГАУ,
кандидат физико-математических наук, профессор



Бирюков Александр Александрович

443011, г.Самара, ул. Академика Павлова, д. 1
Телефон: (846) 334-54-34
E-mail: biryukov@samsu.ru

