

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук
Друцкого Алексея Георгиевича
на диссертационную работу

Сальникова Сергея Георгиевича
«Припороговые резонансы в физике высоких энергий»,
представленную в диссертационный совет 24.1.162.03 на базе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института ядерной физики им. Г.И. Будкера
Сибирского отделения Российской академии наук,
на соискание ученой степени доктора физико-математических наук
по специальности 1.3.3. Теоретическая физика

Структура и содержание диссертации

В диссертации С. Г. Сальникова изучаются процессы парного рождения адронов в припороговой области. Во введении кратко сформулированы основные положения диссертации, включая предложенный метод и полученные результаты исследования. В первой главе детально изложен метод, с помощью которого проводятся вычисления взаимодействия адронов в конечном состоянии в припороговой области. Во второй главе предложенный метод применяется для вычисления сечений и электромагнитных формфакторов в рождении $\Lambda\bar{\Lambda}$ и $\Lambda_c\bar{\Lambda}_c$ пар в e^+e^- аннигиляции. В третьей главе данный метод применяется для расчётов рождения нуклон-антинуклонных состояний в e^+e^- аннигиляции. В четвёртой главе исследовано нуклон-антинуклонное взаимодействие в конечном состоянии в распадах J/ψ и $\psi(2s)$ мезонов. В пятой главе исследовано рождение пар $D^{(*)}D^{(*)}$ и $B^{(*)}B^{(*)}$ мезонов в e^+e^- аннигиляции с учётом взаимодействия в конечном состоянии. В заключении формулируются основные результаты работы.

Актуальность темы исследования

В целом ряде экспериментальных измерений различных процессов парного рождения адронов наблюдаются весьма нетривиальные эффекты как усиления, так и ослабления сечений в припороговой области. Точные теоретические расчёты этих процессов на сегодняшний день вызывают технические трудности вследствие непertурбативных методов вычисления сильных процессов. Тем не менее, крайне необходимо построение теоретической модели данных процессов и соответствующее описание форм экспериментальных распределений в припороговой области. До данной работы отсутствовало последовательное теоретическое описание поведения сечений и спектров масс парного рождения в припороговой области.

В данной диссертации разработана и использована для описания ряда процессов феноменологическая модель, которая хорошо воспроизводит экспериментальные данные. Был предложен метод описания процессов в припороговой области путём учёта взаимодействия между адронами в конечном состоянии. Этот метод в рамках достаточно простой модели позволяет предсказать сечения рождения и формы распределений по инвариантной массе двух адронов. В данной работе исследована припороговая область широко изучаемых в последнее время процессов, в частности таких, как $e^+e^- \rightarrow p\bar{p}$, $e^+e^- \rightarrow n\bar{n}$, $e^+e^- \rightarrow \Lambda\bar{\Lambda}$, $e^+e^- \rightarrow \Lambda_c\bar{\Lambda}_c$, $e^+e^- \rightarrow D\bar{D}$ и других.

Перечисленные тезисы подтверждают факт того, что тема диссертационной работы С. Г. Сальникова является важной и актуальной.

Обоснованность научных положений, полученных результатов

Обоснованность полученных результатов связана в первую очередь с тем, что использован классический подход, основанный на параметризации потенциала взаимодействия между адронами в координатном представлении и нахождении волновой функции пары адронов путём решения уравнения Шрёдингера. Данный подход соответствует базовым принципам квантовой механики. Обоснованность данного подхода подтверждается хорошим совпадением теоретических расчётов с экспериментальными результатами.

Новизна подхода и значимость

Научная новизна и значимость полученных автором результатов заключается в том, что впервые предложен последовательный метод вычисления эффектов взаимодействия в конечном состоянии при рождении пары адронов. Впервые проведен учёт кулоновских сил при расчётах взаимодействия в конечном состоянии.

Впервые были предложены модели для описания взаимодействия в конечном состоянии вблизи порогов, хорошо описывающие парное рождение целого ряда адронов, таких как $p\bar{p}$, $n\bar{n}$, $\Lambda\bar{\Lambda}$, $\Lambda_c\bar{\Lambda}_c$, $D\bar{D}$ и $B\bar{B}$. Впервые очень неожиданным способом удалось точно описать наблюдаемое резкое изменение формы сечений в процессах $e^+e^- \rightarrow 3(\pi^+\pi^-)$, $e^+e^- \rightarrow 2(\pi^+\pi^-\pi^0)$ и $e^+e^- \rightarrow K+K-\pi^+\pi^-$.

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов подтверждается хорошим совпадением полученных теоретических предсказаний с экспериментальными результатами.

Результаты диссертации опубликованы в рецензируемых международных журналах и докладывались на 5 ведущих научных конференциях.

Практическая значимость полученных автором результатов

В работе показана важность учёта взаимодействия в конечном состоянии при описании процессов с рождением пары адронов вблизи порога. Идеи, развитые в данном исследовании могут быть использованы при изучении ряда других процессов.

Общая оценка

Работа выстроена логично, ее структура и содержание отражают цели и задачи исследования. Текст диссертации ясно и аккуратно написан. Диссертация представляется законченным научным трудом, отличающимся подробным исследованием взаимодействий в конечном состоянии для процессов парного рождения адронов вблизи порога. Результаты С.Г. Сальникова, изложенные в диссертации, являются, безусловно, новыми и обладают большой научной значимостью, соответствуют мировому уровню исследований в данной области.

Замечания и недостатки

Значимых замечаний к диссертационной работе нет. Тем не менее, имеется ряд уточняющих вопросов и предложений.

1. Хотелось бы видеть погрешности параметров, полученных из подгонки данных в главах 2, 3, 4, 5. Без этого трудно понять, насколько устойчивы минимумы. Если полученные погрешности параметров большие, то теоретические кривые возможно будут иметь значительные погрешности. Или имеются компенсирующие эффекты?

Непонятен смысл текста на стр. 81 «Отметим, что из-за довольно большого числа свободных параметров модели можно найти несколько существенно отличающихся наборов параметров, дающих близкие значения χ^2 . Поэтому нет большого смысла говорить о погрешностях определения этих параметров вблизи значений из таблицы 3.1». Значит ли это, что погрешности большие, а решения неустойчивые?

2. В главе 2.2.2 проводится подгонка трёх распределений: сечения, $|G_E/G_M|$ и $|G_M|$. Однако в эксперименте измерены только две переменные, сечение и α_{Λ_c} , полученная из подгонки угловых распределений. По-видимому, третье распределение - это просто пересчёт из двух первых. Возможно, что значения трех переменных скоррелированы, поскольку измерены только два параметра.

3. Поскольку не указаны погрешности на ширины потенциальной ямы, трудно понять, есть ли различие полученных ширин в разных каналах. Имеется ли какая-то физическая интерпретация или соответствие ожиданиям для полученных ширин потенциальных ям в разных исследуемых процессах?

4. На рис. 5.1 и 5.2. в подписи лучше уточнить, какие рисунки соответствуют а) б) в) г), поскольку на рисунках они указаны, а в подписи нет.

Следует отметить, что перечисленные замечания не влияют на общий вывод о диссертации.

Автореферат полностью раскрывает основные положения диссертации. Замечаний к автореферату нет.

Заключение оппонента по диссертации С.Г. Сальникова на соискание ученой степени доктора наук

Диссертационная работа С.Г. Сальникова «Припороговые резонансы в физике высоких энергий» полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Я, Друцкой Алексей Георгиевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Сальникова Сергея Георгиевича, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент,
Друцкой Алексей Георгиевич
доктор физико-математических наук,
специальность 01.04.23 «Физика высоких энергий»
высококвалифицированный ведущий научный сотрудник,
и. о. заведующего лабораторией тяжёлых кварков и лептонов.
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (ФИАН)
119991 г. Москва, Ленинский проспект, д.53
Телефон: 8(499)135-42-64
Адрес электронной почты: Drutskoy@lebedev.ru

«14» мая 2026 г.



Алексей Георгиевич Друцкой

Подпись А.Г. Друцкого заверяю
Учёный секретарь ФИАН,
Кандидат ф.-м. наук



Андрей Владимирович Колобов