

О Т З Ы В

официального оппонента, доктора физико-математических наук, Шварца Бориса Альбертовича на диссертацию Луконина Станислава Евгеньевича «Измерение тензорной анализирующей способности реакции некогерентного фоторождения нейтрального пиона на дейтроне»,

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц в диссертационный совет ДС.ТПУ.05 при Национальном исследовательском Томском политехническом университете.

Актуальность темы диссертации

История изучения электромагнитной структуры адронов насчитывает уже много десятилетий, однако и сейчас такие исследования не потеряли своей актуальности. Использование реальных и виртуальных фотонов и лептонов для таких исследований позволяет получить информацию о структуре адронов и выполнить количественное сравнение результатов с различными теоретическими моделями. Диссертация С.Е. Луконина посвящена актуальной проблеме изучения структуры нуклонов и ядер путем изучения поляризационных эффектов при взаимодействии электронов с поляризованными ядрами мишени. Конкретной целью работы является измерение асимметрии дифференциального сечения некогерентного фоторождения нейтрального пи-мезона на тензорно-поляризованном дейтроне и определение T_{20} , T_{21} , и T_{22} -компонент тензорной анализирующей способности. Эти величины были впервые измерены в упомянутой реакции в области энергии от 300 до 500 МэВ.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Полученные в данной работе результаты и сформулированные выводы надежно обоснованы путем подробного описания экспериментальной установки, условий эксперимента, его проведения, расчетов с помощью метода Монте Карло, а также сравнением с теоретическими моделями. При выполнении данной работы автор продемонстрировал знание как экспериментальных методов, так и соответствующих теоретических положений и работ. По результатам, полученным в рассматриваемой диссертации, автор выдвигает рекомендации по развитию теоретических моделей изучаемого процесса, в частности учета двухчастичных амплитуд и влияния неупругости.

Достоверность и новизна полученных результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается проведением экспериментов с многоцелевым детектором «Дейтрон» на накопителе электронов ВЭПП-3 с тензорно-поляризованной внутренней мишенью. Такая экспериментальная методика является уникальной, так как подобные эксперименты проводятся в настоящее время только в единственном исследовательском центре в мире – в ИЯФ им.Г.И.Будкера СО РАН. Автором данной работы была разработана методика выделения событий изучаемой реакции $\gamma d \rightarrow p p \pi^0$. Для идентификации протонов по ионизационным потерям и определения их энергии была проведена энергетическая калибровка сцинтилляторов, для восстановления энергии нейтронов по времени пролета была проведена калибровка временной шкалы. Эффективность реги-

страции изучаемого процесса и уровень неотделимого фона определялись путем моделирования методом Монте-Карло с использованием пакетов программ GEANT-4 и GENBOS. Результаты данной работы были опубликованы в статьях в ведущих научных журналах и представлены на конференциях. На мой взгляд, достоверность полученных результатов не вызывает сомнений.

Теоретическая и практическая значимость полученных автором результатов

Итогом работы явились новые экспериментальные результаты – зависимости компонент тензорной анализирующей способности от ряда параметров, характеризующих исследуемую реакцию. Эти поляризационные характеристики более чувствительны к динамике реакции, чем дифференциальные сечения, поскольку содержат квадратичные интерференционные члены элементов матрицы рассеяния. Поэтому они достаточно сложно поддаются теоретическому моделированию во всей исследованной области изменения кинематических переменных. Следует отметить, что при анализе перехода от мезон-нуклонного описания процессов к кварк-глюонному, полученные экспериментальные результаты могут оказаться весьма полезными.

Оценка содержания диссертации, её завершенность

Диссертация представляет собой завершенное исследование. Ее содержание и структура соответствуют заявленной специальности и цели исследования.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. Во введении кратко описано состояние исследований в данной области физики, обосновывается актуальность диссертационной работы, формулируются цели и задачи исследований.

В первой главе представлены теоретические основы физики процессов электро- и фоторождения пи-мезонов на дейтроне. Описана модель, использованная для теоретических оценок поляризационных наблюдаемых величин и сравнения их с экспериментально полученными.

Вторая глава содержит описание методики и техники эксперимента. Рассмотрено экспериментальное оборудование, применяемое при проведении экспериментов, которое включает в себя ускорительно-накопительный комплекс ВЭПП-3, внутреннюю газовую поляризованную мишень, систему регистрации частиц и систему сбора и накопления информации.

В третьей главе описана процедура обработки экспериментальной информации. Рассмотрена методика идентификации частиц, попадающих в детектор, основанная на $(\Delta E, E)$ -методе и время-пролётном анализе. Описан процесс энергетической калибровки детектора и оценки неотделимого фона.

В четвертой главе представлены результаты измерений компонент анализирующей способности исследуемой реакции в сравнении с результатами моделирования. В процессе моделирования генерировался набор «теоретических» событий, при этом условия моделирования полностью соответствовали постановке эксперимента. Это позволило получить значения теоретических и экспериментальных значений компонент тензорной анализирующей способности одинаковым образом, что важно для корректного сопоставления данных.

В заключении представлены основные выводы и результаты диссертационной работы.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации

Исследования, представленные в диссертации, выполнены на высоком уровне. В диссертации эти исследования описаны ясно, хорошим языком. В целом, диссертация оставляет хорошее впечатление.

Диссертация написана весьма лаконично, ее объем составляет всего 60 страниц, что можно отнести к ее достоинствам. В то же время следует отметить, что краткость изложения, по-видимому, не позволила автору рассмотреть ряд важных вопросов.

На стр.30 и Рис. 3.2 и 3.3 приводится «параметр идентификации», о котором сказано только, что он «зависит сложным образом от времени пролета и амплитуды с первого сцинтиллятора». Остается непонятным, как устроен этот параметр, используется ли он при отборе событий, а также в дальнейшем анализе, и какие условия на него накладываются.

На стр. 31 написано: «Как видно из рисунка 3.3, наблюдаются такие события, где протоны дают в тонком сцинтилляторе световой выход ниже порогового, и становятся неотделимыми от нейтронов.» Однако на нижних двух гистограммах этого рисунка, соответствующих сигналу в тонком сцинтилляторе ниже порогового, не наблюдается протонных пиков или линий, так что непонятно, что имеет в виду автор.

Экспериментальное распределение по углу вылета нейтрона на Рис.3.8, используемое для оценки разрешения по этому углу, явно не описывается гауссианом и содержит подложку, плавно меняющуюся от отрицательных значений угла к положительным. На мой взгляд, автору следовало бы указать, связана ли эта подложка с событиями фона или сигнала и как она влияет на оценку систематической погрешности в измеряемых величинах.

В данной работе практически нет обсуждения систематических погрешностей. Лишь на стр.46 сказано, что «Для каждой экспериментальной точки приведена полная ошибка измерения, в которой учтены вклады статистической и систематической ошибок». Остается непонятным, каким образом оценивались систематические ошибки и как они складывались со статистическими погрешностями. Не обсуждается также важный вопрос о возможных корреляциях между систематическими погрешностями в различных диапазонах инвариантных масс, представленных на Рис.4.1-4.4.

В рассматриваемой работе имеются также мелкие неточности и опечатки. Например, на стр.9 вместо «... два конечных протона ...» очевидно имеется в виду «... два конечных нуклона ...». В некоторых формулах, например 4.6-4.9, не приведены обозначения переменных. На стр.47 и на Рис.4.3 и 4.4 указан диапазон инвариантных масс $p\pi^0$ и $p\pi^0$ от 1050 МэВ, хотя понятно, что минимальное значение этих величин соответствует сумме масс частиц, т.е. около 1075 МэВ.

Перечисленные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации, представляющей собой законченное исследование. Достоверность выводов и результатов диссертации, а также их новизна и актуальность не вызывают сомнений.

Соответствие автореферата основному содержанию диссертации

Автореферат диссертации правильно и полно отражает содержание диссертации.

Заключение

Диссертация Луконина Станислава Евгеньевича на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, посвященной экспериментальному измерению тензорной анализирующей способности реакции некогерентного фоторождения нейтрального пиона на дейтроне в которой получены важные результаты. Результаты выполненных исследований, их новизна и значимость, а также

степень обоснованности выводов характеризуют представленную диссертацию как законченную научную работу. Разработанные автором методики могут быть использованы в других экспериментах по физике ядра и элементарных частиц.

Вынесенные на защиту результаты получены автором лично, либо при его определяющем участии. Основные результаты по теме диссертации опубликованы в 7 печатных работах, 5 из которых - в научных журналах, входящих в список ВАК и были доложены на 2 международных конференциях по физике атомного ядра и элементарных частиц.

Считаю, что диссертация Луконина С.Е. соответствует требованиям п.п. 8-10 «Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете», утвержденным Приказом Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» от 06 декабря 2018 г. No 93/од, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Официальный оппонент,
Шварц Борис Альбертович,
доктор физико-математических наук,
по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц,
630090, Новосибирск, пр. акад. Лаврентьева д.11
тел. +7-383-3294376, e-mail: shwartz@inp.nsk.su
главный научный сотрудник лаб.3-3 ИЯФ СО РАН

16.03.2020

Б.А.Шварц

Подпись Шварца Б.А. заверяю
Заместитель директора
ИЯФ СО РАН им. Г.И.Будкера
д.ф.-м.н.
e-mail: I.B.Logashenko@inp.nsk.su



И.Б.Логашенко