

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Садовского Сергея Анатольевича «Исследование двух-, трех- и четырехмезонных систем, образующихся в зарядовообменных π -р-взаимодействиях», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий

В диссертационной работе Садовского С.А. представлены результаты многолетних экспериментальных исследований нейтральных мезонных состояний, образующихся в зарядовообменных π -р-взаимодействиях при импульсах 38 и 100 ГэВ/с. Эксперименты проведены на установках ГАМС-2000 и ГАМС-4000, соответственно, в ИФВЭ и ЦЕРН. Методической основой является парциально-волновой анализ указанных мезонных состояний, что позволило получить целый ряд новых значимых результатов, которые детально обсуждаются в диссертации.

Структура диссертации

Диссертационная работа Садовского Сергея Анатольевича представлена на 201 странице машинописного текста. Диссертация состоит из Введения, семи глав, Заключения и библиографии, содержащей 190 наименований.

Во **Введении** кратко изложено содержание диссертации, а также представлены основные работы, на основе которых она написана.

В **первой** главе описана постановка экспериментов SERP-E-140 в ИФВЭ и NA12 в ЦЕРН для изучения нейтральных мезонных резонансов, образующихся в зарядовообменных взаимодействиях π^- -мезонов с протонами при импульсах 38 и 100 ГэВ/с. Описана цепочка алгоритмов, использовавшихся для обработки данных с годоскопических электромагнитных калориметров полного поглощения типа ГАМС, а также их калибровка, реконструкция координат и энергий электромагнитных ливней в этих калориметрах, кинематический анализ многофотонных событий, принципы программы Монте-Карло моделирования событий в годоскопических калориметрах типа ГАМС, а также Фурье-параметризации эффективности регистрации многофотонных событий.

Во **второй** главе рассмотрена методика Парциально-Волнового Анализа (ПВА) пар псевдоскалярных мезонов, образующихся в зарядовообменных π -р-взаимодействиях, на примере реакции $\pi^- p \rightarrow \eta \pi^0 p$ с учетом S-, P- и D-волн с проекцией μ спина $\eta \pi^0$ -системы на третью ось $|\mu| \leq 1$. Подробно рассмотрена предложенная автором процедура нахождения всех нетривиальных решений парциально-волнового анализа для указанной модели ПВА, равно как и процедура сшивки решений парциально-волнового анализа в соседних интервалах по массе $\eta \pi^0$ -системы.

Третья глава диссертации посвящена парциально-волновому анализу событий реакции $\pi^-p \rightarrow \pi^0\pi^0n$ при импульсах 38 и 100 ГэВ/с с учетом парциальных волн с проекцией на третью ось $|\mu| \leq 1$. По данным двух сеансов при 38 ГэВ/с (эксперимент SERP-E-140) и одного сеанса при 100 ГэВ/с (эксперимент NA12) проведен масс-независимый парциально-волновой анализ, выделено физическое решение, которое характеризуется наличием $f_2(1270)$ -, $f_4(2050)$ - и $f_6(2510)$ -резонансов в интенсивностях соответствующих волн, а также серией скалярных резонансов $f_0(980)$, $f_0(1300)$, $f_0(1500)$ и $f_0(2010)$ в интенсивности S-волны. В настоящее время это хорошо известный и цитируемый в мезонной спектроскопии результат.

В **четвертой** главе представлены результаты парциально-волнового анализа реакции $\pi^-p \rightarrow \eta\pi^0n$ при импульсах 38 и 100 ГэВ/с в разных областях масс системы $\eta\pi^0$ и с разным набором парциальных волн. При импульсе 38 ГэВ/с в области масс до 1200 МэВ с учетом S- и $P_{0,\phi}$ - волн в интенсивности S-волны выделен $a_0(980)$ -мезон, измерено его дифференциально сечение. При массах свыше 1800 МэВ идентифицирован $a_4(2040)$ -мезон, а в области масс $\eta\pi^0$ -системы от 1200 до 1800 МэВ наряду с $a_2(1320)$ наблюдается $a_0(1300)$ -мезон. Все это, безусловно, интересные результаты. Однако наибольший интерес в связи с проблемой $\pi_1(1370)$ -состояния вызвал парциально-волновой анализ системы $\eta\pi^0$ при импульсе 100 ГэВ/с в области масс $a_2(1320)$ -мезона, где был получен самосогласованный результат в отличие от более ранних работ. На эту работу в настоящее время имеется 25 ссылок.

В **пятой** главе излагаются результаты парциально-волнового анализа реакции образования системы $\eta\pi^0\pi^0$ при импульсе 100 ГэВ/с. Анализ состояний проведен методом Земаха вплоть до состояний с полным спином $\eta\pi^0\pi^0$ -системы, равно-го 2. В псевдоскалярном секторе идентифицированы $\eta(1295)$ -, $\eta(1440)$ -мезоны, а в аксиальном – $f_1(1285)$ - и $f_1(1420)$ -мезоны. Измерены параметры указанных мезонов, сечения их образования и относительные вероятности каналов распада. По совокупности данных наибольшего внимания здесь заслуживает $\eta(1440)$ -мезон, который рассматривается как один из возможных кандидатов в псевдоскалярные глоболы.

В **шестой** главе излагаются результаты феноменологического анализа угловых распределений в зарядовообменной реакции образования $4\pi^0$ -систем при импульсах 38 и 100 ГэВ/с. Ранее эта реакция не изучалась, хотя представляет особый интерес в силу высокой симметрии системы $4\pi^0$, состоящей из четырех тождественных частиц. Представленный в главе очень интересный и эффективный подход к анализу угловых распределений в системе $4\pi^0$ позволил выделить три $4\pi^0$ -резонанса, а именно два тензорных $f_2(1270)$ и $X_2(1810)$, а также один скалярный $G(1590)$ -мезон. Последний представляет интерес, как возможный кандидат в скалярные глоболы. Научной общественности хорошо известны эти работы, которые часто цитируются.

В **Седьмой** главе обсуждаются основные результаты диссертационной работы в сравнении с данными других экспериментов, теоретическими моделями и

интерпретациями их в ряде известных обзорных работ. Показаны роль и значение полученных в диссертации результатов для дальнейшего развития мезонной спектроскопии.

В **Заключении** кратко перечислены основные результаты диссертационной работы.

Актуальность темы

Кроме важности полученных данных о различных резонансных состояниях, актуальность которых видна из цитируемости работ, лежащих в основе диссертации, хотелось бы отметить актуальность методических достижений диссертанта в плане идентификации фотонных систем. Прямые фотоны являются важным источником информации о начальной стадии взаимодействия релятивистских тяжелых ионов, в котором образуются новые состояния ядерной материи. Поэтому методические наработки в области их идентификации востребованы в идущих (например ALICE) и планируемых (например, CBM) экспериментах в области релятивистской ядерной физики.

Новизна и значимость полученных результатов

Из 29 работ, лежащих в основе диссертации, нет ни одной моложе 12 лет. В этой связи главный вопрос, возникающий у оппонента- почему диссертация не была представлена лет на 10 раньше. Тем не менее новизна полученных результатов на момент их публикации несомненна. В диссертационной работе получен целый ряд новых интересных результатов, имеющих приоритетный характер. В первую очередь это:

- решение проблемы неоднозначностей в парциально-волновом анализе пар псевдоскалярных мезонов, образующихся в зарядовообменных π^-p -взаимодействиях;
- наблюдение серии скалярных резонансов в системе $\pi^0\pi^0$ в деструктивной интерференции с нерезонансным образованием $\pi^0\pi^0$ -системы в S -волне;
- парциально-волновой анализ $\eta\pi^0\pi^0$ -систем, образующихся в зарядовообменных π^-p -взаимодействиях, и идентификация ряда резонансов в системе $\eta\pi^0\pi^0$;

Все они, безусловно, представляют научную и практическую значимость для дальнейшего развития мезонной спектроскопии и физики высоких энергий в целом.

Несомненна и достоверность полученных результатов, и не только потому, что они давно уже стали достоянием научной общественности и прошли проверку временем. Результаты опубликованы в реферируемых журналах, многократно доложены на конференциях и хорошо известны научной общественности. Данные получены на известных экспериментальных установках. Кроме того из самого текста диссертации видно, как аккуратно и профессионально решены методические проблемы анализа данных.

Замечания

Вместе с тем диссертационная работа не лишена определенного количества опечаток, неточностей, научного сленга, англицизмов и пр. Некоторые из них (например, термин «констрейн» (стр.31)) звучат довольно экзотично в русском языке, особенно если к ним применяют падежи. Непонятно, по какому принципу некоторые фамилии, например, Готтфрид, Джексон, Трайман, Янг, удостоены перевода на русский(стр.54), а некоторые - Gersten(стр.54), Chung (стр.56)-нет. Со всем «не повезло» Герстену – перевода удостоена его функция(стр.57), а сам он – нет(стр.54). Из менее формальных неточностей приведем несколько примеров: В диссертации отмечено, что процедура формирования банка ливней (стр.37) может быть искажена центральным отверстием в спектрометре, но не сказано, как эта трудность обходится;

Очень странно выглядит фит $D_0(\epsilon_{th}=0.096)$, резко «провалившийся» в последней точке(стр.66,70);

На рис.6.6b полиномиальный фит оборван в произвольной точке. Отсутствует оценка систематических ошибок в значениях извлекаемых параметров резонансов в зависимости от точки обрыва фита(стр.163).


Отмеченные выше недостатки не оказывают существенного влияния на качество диссертационной работы, выполненной на высоком научном уровне.

Оценка диссертации в целом

Диссертационная работа «Исследование двух-, трех- и четырехрезонансных систем, образующихся в зарядовообменных п-р-взаимодействиях» полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК к докторским диссертациям по специальности 01.04.23 — физика высоких энергий, а ее автор, Садовский С.А., безусловно, заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Доктор физ. -мат. наук, начальник лаборатории Релятивистской ядерной физики Федерального государственного бюджетного учреждения "Государственный Научный Центр Российской Федерации Институт Теоретической и Экспериментальной Физики" имени А.И.Алиханова


Ставинский Алексей
Валентинович

г. Москва, 4 июня
2015 г.

Адрес: 117218, Россия, Москва, ул. Большая Черемуш-
кинская, 25, тел. +7-915- 3890552, e-mail: stavinsk@itep.ru

Подпись доктора физ. -мат. наук, началь-
ника лаборатории Ставинского Алексея
Валентиновича заверяю,
Ученый секретарь ФГБУ "ГНЦ РФ ИТЭФ"



Васильев В.В.