

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ

**Физический
ИНСТИТУТ**
имени
П.Н.Лебедева
Российской академии наук
Ф И А Н

119991, Москва, В-333
Ленинский проспект, 53, ФИАН
Телефоны: (499) 135 1429
(499) 135 4264
Телефакс: (499) 135 7880
http://www.lebedev.ru
postmaster@lebedev.ru

Дата 27.02.2018 г. N 11220-93/1-229

На № _____ от _____

Утверждаю

Заместитель директора
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
им. П.Н.Лебедева РАН,
доктор физ.-мат.наук



В.А.Рябов

02 _____ 2018 г.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОТЗЫВ

ведущей организации

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук

на диссертацию Кузнецова Олега Михайловича

**"Исследование структуры адронов в процессах с
образованием очарованных мезонов"**,

представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук
по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Актуальность работы

Диссертационная работа Олега Михайловича Кузнецова посвящена изучению двух мало связанных друг с другом природных явлений, объединённых однако общей экспериментальной методикой, связанной с регистрацией очарованных мезонов.

Осцилляции мезонов (периодическое изменение вероятности распада мезонов по определённым каналам) представляют собой интереснейшее природное явление, обусловленное одновременным участием двух видов сил – сильных и слабых, – повёрнутых друг относительно друга в пространстве кварковых ароматов. Уникальный пример в этом отношении даёт системой B_s^0 мезонов, где величина $x_s = \Delta m_{B_s^0} / \Gamma_{B_s^0}$ (отношение разности масс двух собственных состояний к средней ширине распада) достигает приблизительно двадцати. Соответственно, это даёт возможность наблюдать до двадцати превращений состояния B_s^0 в состояние \bar{B}_s^0 и обратно. Изучение (измерение) $B_s^0 - \bar{B}_s^0$ осцилляций позволяет с рекордной точностью определить параметры матрицы смешивания кварковых ароматов (матрицы Кобаяши-Маскава). Эти параметры составляют часть полного набора фундаментальных констант в современной теории элементарных частиц.

В области исследования структуры адронов три последних десятилетия были ознаменованы интенсивным освоением новых физических наблюдаемых – спиновых

степеней свободы элементарных частиц. Первые же экспериментальные результаты, полученные Европейской мюонной коллаборацией (ЕМС), обнаружили глубокое противоречие с ожиданиями, основанными на наивной нерелятивистской аддитивной кварковой модели (которая, впрочем, вполне благополучно описывала статические свойства нуклонов и гиперонов – например, их магнитные моменты). Выяснилось, что совокупный вклад кварков в спин протона составляет лишь малую величину, совместимую в пределах ошибок с нулём. (Современное значение $\Delta\Sigma \approx 18\%$.) Неожиданность результата получила с подачи теоретиков название "спинового кризиса" партонной модели. С тех пор поведение спиновых структурных функций нуклонов остается предметом активных теоретических и экспериментальных исследований. В диссертации методами, независимыми от других экспериментальных работ, получены оценки вклада глюонов ΔG в полный спин протона и измерено поведение глюонной структурной функции $\Delta g/g$.

Научная новизна

– Впервые для анализа $B_s^0 - \bar{B}_s^0$ осцилляций были использованы полностью реконструированные распады B_s мезонов; при этом впервые же было показано, что полностью реконструированные распады B_s обеспечивают существенно большую точность измерений величины $\Delta m_{B_s^0}$ в области её больших значений, чем полуплеетонные распады;

– Впервые осуществлено измерение поляризации глюонов в протоне $\Delta g/g$ через двойную спиновую асимметрию в процессе $\gamma N \rightarrow D^0 X$; при этом и вообще процесс рождения D^0 мезонов впервые использовался для изучения спиновой структуры нуклона.

Структура Диссертации и её оформление

Диссертация состоит из введения, восьми глав основного текста, заключения, трёх приложений и содержит 56 рисунков, 29 таблиц и список литературы из 188 наименований. Общий объём диссертации составляет 157 страниц. Содержание диссертации полно и точно отражено в автореферате.

Практическая значимость и рекомендации по использованию

– Предложенные в диссертации методы поиска $B_s^0 - \bar{B}_s^0$ осцилляций были использованы и оказались впоследствии решающим фактором в открытии $B_s^0 - \bar{B}_s^0$ осцилляций в лаборатории FermiLab;

– Измеренное среднее время жизни B_s^0 мезонов подкрепляет результаты, полученные другими группами, и повышает степень их достоверности;

– Измерения поляризации глюонов $\Delta g/g$, впервые выполненные наиболее прямым и модельно независимым методом регистрации мезонов с открытым очарованием повышает достоверность наших знаний об этой величине и, возможно, подводит итог всем исследованиям роли глюонов в формировании полного спина протона.

Достоверность полученных результатов

Достоверность представленных результатов подтверждается состоявшимся открытием $B_s^0 - \bar{B}_s^0$ осцилляций на основе метода полной реконструкции B_s^0 мезонов; согласием измеренного среднего времени жизни B_s^0 мезонов с его мировым значением;

согласием измеренной поляризации глюонов с результатами экспериментов SMC и HERMES; согласием полученной оценки для величины ΔG с данными экспериментов на RHIC.

Апробация результатов

Результаты исследований, вошедших в диссертацию, неоднократно обсуждались на рабочих совещаниях коллабораций DELPHI и COMPASS, а также на специализированных семинарах по физике высоких энергий в отечественных и зарубежных научных центрах: ОИЯИ и ЦЕРН. Помимо этого, они представлялись на международных конференциях: HEP'97 (Jerusalem, Israel, 1997); Moriond (Les Arcs, France, 1998); ICHEP'98 (Vancouver, Canada, 1998); HEP'99 (Tampere, Finland, 1999); ICHEP-2000 (Osaka, Japan, 2000); ICHEP'06 (Moscow, Russia, 2006); Baryons'07 (Seoul, Korea, 2007); BEACH-2008 (South Carolina, USA, 2008); ECT Trento (Trento, Italy, 2010); Diffraction-2010 (Otranto, Italy, 2010); QFTHEP'11 (Sochi, Russia, 2011); BEACH-2012 (Wichita, USA, 2012); TRENDS (Alushta, Ukraine, 2013); Quarks-2014 (Suzdal, Russia, 2014); Diffraction-2014 (Primosten, Croatia, 2014); QCD'15 (Montpellier, France, 2015).

Вклад автора в получение результатов

По результатам диссертации опубликовано 16 работ в реферируемых научных журналах. Личный вклад автора подтверждается внутриколлаборационными нотами, отчётами и материалами, представляемыми на конференции (приведены в списке цитируемой литературы), выступлениями диссертанта на коллаборационных совещаниях, а также материалами трудов конференций (во всех случаях с ограниченным числом авторов). Вклад автора в получение защищаемых им результатов является определяющим.

ЗАМЕЧАНИЯ ПО РАБОТЕ

Диссертация выполнена на высоком профессиональном уровне и отвечает лучшим стандартам, принятым в современных экспериментальных исследованиях в физике высоких энергий. Все замечания носят исключительно стилистический характер. Они относятся лишь к неточностям, встречающимся в общетеоретическом введении и вполне извинительным для не сугубо теоретической работы.

Имеются отдельные опечатки, в том числе в написании имён и географических названий: стр.4. 'Cabbibo' → 'Cabibbo'; стр.7-8. 'Morioid' → 'Moriond'; 'Corea' → 'Korea'; 'Coroline' → 'Caroline'; 'Aluthhta' → 'Alushta'.

На стр.6. встречается неудачная фраза "...распады, доминирующие в области малых $\Delta m_{B_s^0}$ ", от которой складывается впечатление будто величина $\Delta m_{B_s^0}$ может принимать в природе различные значения и будто вероятности различных распадов меняются в зависимости от этих значений, уступая приоритет друг другу.

До некоторой степени небрежно изложены основные положения Стандартной модели.

На стр. 9 сделано утверждение, что очарованные кварки были предсказаны в Стандартной модели. Это не вполне правильная формулировка, так как в то время Стандартная модель ещё не сложилась. Были лишь теоретические посылы решить проблему сохранения ароматов в нейтральных токах путем введения дополнительного

(четвёртого) кварка (к трём известным в ту пору u, d, s). Имелись также соображения о симметрии между кварками и лептонами, основанные на чисто математическом требовании сокращения Адлеровских аномалий. Не сразу сложилось и современное понимание цвета, прошедшее непростой путь от аддитивной кварковой модели адронов до калибровочной симметрии $SU(3)$. Вообще же отдельные части теории, соединившиеся позже в понятие Стандартной модели, сформировались далеко не одновременно, так что говорить о предсказаниях собственно Стандартной модели (а не теории вообще) уместно лишь в отношении W^\pm и Z бозонов и бозона Хиггса. Иначе пришлось бы напомнить, что и все лёгкие кварки были благополучно предсказаны (то есть введены в теорию) как компоненты аддитивной модели адронов; что существование фотона вытекало уже из уравнений Максвелла, и т.д.

На стр.10 автор увязывает явление невылетания цвета (конфайнмент) с возрастанием эффективной константы сильных взаимодействий на больших расстояниях. Это также не вполне правильная формулировка, так как увеличение константы взаимодействия подразумевает, что взаимодействие между цветными зарядами остаётся Кулоновским $U \sim 1/r$ и только меняется эффективная величина цветного заряда. Конфайнмент же означает настолько полную перестройку взаимодействия, при которой нет речи уже и о самом законе Кулона: $U \sim r$. Увеличение эффективного заряда вовсе не обязательно приводит к конфайнменту: так, например, в слабых взаимодействиях конфайнмента нет, а возрастание эффективного заряда есть.

На той же странице автор некорректно приписывает ненулевую массу кварков вакуумному конденсату Хиггсова поля. В действительности это справедливо только для так называемой токовой массы, тогда как конституентная масса кварков обусловлена вакуумным конденсатом глюонного поля.

Далее, неверно, что в Стандартной модели запрещены Юкавские связи нейтрино. В действительности положение нейтрино в СМ ничем не отличается от положения их заряженных партнёров и все их Юкавские связи являются свободными, никак не предсказываемыми и ничем не ограниченными параметрами. Зато (переходим к следующей ошибочной фразе на той же странице) в Стандартной модели категорически запрещены недиагональные массовые члены в лептонном секторе – коль скоро стандартный бозон Хиггса является изотопическим дублетом той же калибровочной группы $SU(2)$, что и W^\pm и Z бозоны. Правильней было бы сказать, что недиагональные массовые члены в лептонном секторе требуют обязательного выхода за рамки Стандартной модели.

Не очень понятен и смысл заключительной фразы о том, что u и d кварки "лежат на поверхности". Скорее уж "на поверхности" лежат их связанные состояния протон и нейтрон; но если говорить так о кварках, то почему бы не считать лежащими на поверхности и глюоны, "запертые" в адронах вместе с кварками?

Все замечания имеют исключительно стилистический характер, никак не отражаются на представленных результатах и не умаляют их значимости.

Общая оценка работы

Диссертация Олега Михайловича Кузнецова "Исследование структуры адронов в процессах с образованием очарованных мезонов" представляет собой законченное научное исследование, а правильней сказать два полноценных научных исследования,

существенно укрепляющих позиции науки на двух важных направлениях.

Диссертация основана на работах, опубликованных в реферируемых высокорейтинговых журналах. Основные её результаты докладывались автором на семинарах, рабочих совещаниях и международных конференциях. Выводы диссертации обоснованны, полностью соответствуют поставленной задаче и логично вытекают из проведённой работы. Все выносимые на защиту результаты получены при определяющем вкладе самого автора. Автореферат полно и ясно отражает содержание диссертации. Полученные диссертантом результаты могут использоваться в ИТЭФ, ИФВЭ, ИЯИ, НИИЯФ, ПИЯФ, ОИЯИ, ФИАН, а также других научных центрах России, Европы, Азии и США.

Диссертация О.М.Кузнецова отвечает всем требованиям "Положения о порядке присуждения ученых степеней", утвержденного Постановлением 842 Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор О.М.Кузнецов заслуживает присуждения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц.

Диссертационная работа О.М.Кузнецова заслушана на семинаре Отдела космических излучений ФИАН Отделения ядерной физики и астрофизики 20 февраля 2018г.

Отзыв на диссертацию, подготовленный д.ф.-м.н. С.П.Барановым рассмотрен и одобрен на заседании Ученого совета Отделения Ядерной физики и астрофизики ФИАН 27 февраля 2018г., протокол № 63. .

Отзыв составил:

ведущий научный сотрудник
Отделения Ядерной физики и астрофизики ФИАН,
д.ф.-м.н.



Сергей Павлович Баранов

Председатель Ученого совета
Отделения Ядерной физики и астрофизики ФИАН,
д.ф.-м.н., профессор



Олег Дмитриевич Далькаров

Секретарь Ученого совета
Отделения Ядерной физики и астрофизики ФИАН,
к.ф.-м.н.



Николай Петрович Топчиев

Адрес организации: 119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д.53.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им.П.Н. Лебедева Российской Академии Наук (ФИАН)

тел.: 8(499)135-42-64

факс: 8(499)135-78-80

<http://www.lebedev.ru/>

postmasterlebedev.ru/