

УТВЕРЖДАЮ

Проректор МГУ имени М.В. Ломоносова
доктор физико-математических наук, профессор



А.А. Федянин

” 19 ” мая 2017 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования “Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова” (Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына) о диссертации Жемчугова Евгения Владимировича "Псевдоголдстоуновские и хиггсовские бозоны в Стандартной модели и ее расширениях", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика.

Актуальность темы диссертационного исследования. В основе современных теоретических представлений о физике микромира лежит Стандартная модель (СМ), которая представляет собой калибровочную теорию взаимодействий элементарных частиц со спонтанно нарушенной калибровочной симметрией. СМ хорошо подтверждена экспериментально: открыты все входящие в нее частицы, а теоретические расчеты в ее рамках очень хорошо описывают практически все имеющиеся экспериментальные данные. Таким образом, важнейшими задачами физики высоких энергий в настоящее время являются экспериментальное изучение свойств бозона Хиггса и поиски возможных отклонений от предсказаний СМ. В рассматриваемой диссертации изучается проблема экспериментального нахождения константы тройного самодействия бозона Хиггса, которая очень сильно зависит от структуры скалярного сектора теории. Для этого в диссертации детально рассматриваются различные расширения СМ скалярными полями и исследуется влияние этих полей на процессы парного рождения бозона Хиггса. В диссертации также обсуждаются вклады псевдоголдстоуновских бозонов в процессы рождения нейтральных и заряженных пионов заряженными каонами в электромагнитном поле ядра меди. Таким образом, актуальность темы диссертационной работы не вызывает сомнений.

Научная новизна. В диссертации впервые после открытия бозона Хиггса с помощью программы LEPTOP сделан независимый фит СМ по электрослабым наблюдаемым, учитывающий экспериментальное значение массы этого

бозона. Кроме того, в диссертации детально исследованы различные расширения СМ скалярными полями, и для этих расширений впервые вычислены сечения парного рождения бозона Хиггса. Также в ней развита модель, позволяющая описывать резонансы с дифотонной модой распада с помощью скалярной частицы, рождающейся в результате взаимодействия глюонов с гипотетическими векторными фермионами, и впервые вычислены сечения рождения нейтральных и заряженных пионов заряженными каонами в электромагнитном поле ядра меди с учетом вклада киральной аномалии.

Практическая значимость. Полученные в диссертации результаты могут найти применение в экспериментах по нахождению константы тройного самодействия бозона Хиггса, проводимых на Большом адронном коллайдере (БАК), а также в экспериментах по рождению нейтральных и заряженных пионов заряженными каонами в электромагнитном поле ядра меди, проводимыми в ИФВЭ.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием в диссертации адекватных приближений и проверенных методов квантовой теории поля. Основные результаты диссертационной работы опубликованы в пяти статьях в ведущих мировых научных журналах и были представлены на ряде международных конференций.

Общая характеристика работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав основного содержания, заключения и списка литературы. Общий объем диссертации — 92 страницы, включая 30 рисунков и 10 таблиц. Список литературы включает 194 наименования.

В первой главе, которая представляет собой введение, сделан обзор спонтанного нарушения симметрии в электрослабом секторе Стандартной модели и кратко обсуждено одиночное и парное рождение бозона Хиггса на БАК, а также рассмотрена киральная аномалия в распаде пиона на два фотона. Здесь же разобран описанный в литературе эксперимент по фоторождению пионов пионами в поле ядра, во многом похожий на тот, который впоследствии анализируется в пятой главе диссертации. Кроме того, во введении сформулирована цель исследования, обоснована актуальность и показана научная новизна работы, а также приведены основные результаты, выносимые на защиту.

Во второй главе рассмотрено расширение СМ дополнительным скалярным синглетом. Для этого расширения найдены ограничения на параметры потенциала Хиггса, получающиеся из прецизионных измерений электрослабых наблюдаемых и из измерений сил сигналов на БАК. Затем автором рассчитано сечение парного рождения бозона Хиггса в зависимости от значений этих параметров и исследована возможность усиления парного рождения бозона Хиггса массой 125 ГэВ за счет рождения и распада второго, тяжелого бозона Хиггса.

В третьей главе рассмотрено расширение СМ одним дополнительным

комплексным скалярным триплетом и модель Джорджи-Махачек. В расширении скалярным триплетом возможность нарушения охранной симметрии приводит к сильным ограничениям на вакуумное значение нейтральной компоненты триплета и на другие параметры модели, поэтому для сечения парного рождения бозона Хиггса приведена лишь верхняя оценка. Модель Джорджи-Махачек рассмотрена с упрощенным потенциалом скалярных полей, аналогичным потенциалу в модели со скалярным триплетом. Для этой модели найдены ограничения на параметры из измерений сил сигналов и показано, что парное рождение легких бозонов Хиггса может быть значительно усилено. Также показано, что при выбранных значениях параметров основной распад тяжелого бозона Хиггса идет в два легких.

В четвертой главе анализируется дифотонный всплеск при 750 ГэВ, который был найден в экспериментах на БАК и впоследствии не был подтвержден дальнейшими поисками на большей статистике. Автором показано, что этот всплеск можно описать в расширении СМ скалярным синглетом и векторными кварками или несколькими лептонами и при этом удовлетворить известные экспериментальные ограничения.

В пятой главе развито теоретическое описание эксперимента по рождению нейтральных и заряженным пионов заряженными каонами в электромагнитном поле ядра меди. Автор показывает, что в реакцию рождения нейтральных пионов дает вклад киральная аномалия, в то время как в реакции рождения заряженных пионов вклад киральной аномалии сокращается. Сечения обеих реакций вычислены с учетом вклада векторных мезонов для различных знаков интерференционного члена и сделаны предсказания для эксперимента, проводящегося в настоящее время в ИФВЭ.

В Заключении автором еще раз подробно сформулированы полученные в диссертации результаты.

У диссертации есть ряд недостатков, наиболее заметным из которых является принятая автором идеология изложения результатов, относящихся к расширениям СМ скалярными полями, в том виде, в котором они представлены в опубликованных работах. Поскольку на БАК происходит быстрое накопление новых экспериментальных данных, имеющих отношение к процессам с тяжелыми скалярными состояниями, некоторые результаты работ, на основе которых написана диссертация и которые сделаны год или два назад, оказываются явно противоречащими этим новым экспериментальным данным. Это особенно ясно видно в четвертой главе, где автор дает теоретическое объяснение скалярного резонанса, который уже закрыт экспериментальными данными. По-видимому, при изложении этих результатов автору следовало бы найти ограничения на параметры рассматриваемой модели, которые получаются из новых экспериментальных данных, иначе эти результаты не имеют особого смысла.

К сожалению, в диссертации встречаются серьезные опечатки. Например, на рис. 2.7 показано, что две нижние кривые отвечают сечению рождения пары бозонов Хиггса порядка пикобарна, в то время как в действительности это должны быть фемтобарны.

Изложенные замечания не снижают общую высокую оценку проделанной работы и научной ценности полученных в диссертации результатов. Выводы и положения диссертации соответствуют представленным результатам. Настоящая работа является законченным научно-квалификационным исследованием, которое выполнено на высоком научном уровне и вносит значительный вклад в актуальное направление современной теоретической физики – исследования свойств бозона Хиггса в расширениях Стандартной модели. Автореферат диссертации достаточно полно отображает содержание диссертационной работы и оформлен в соответствии с требованиями ВАК РФ, предъявляемыми к авторефератам диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата наук.

Диссертация Е.В. Жемчугова "Псевдоголдстоуновские и хиггсовские бозоны в Стандартной модели и ее расширениях" соответствует требованиям "Положения о присуждении научных степеней", утвержденного постановлением Правительством Российской Федерации от 24 сентября 2013 г, № 842, предъявляемого к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата наук по специальности теоретическая физика.

Диссертация обсуждена и одобрена на семинаре Отдела экспериментальной физики высоких энергий НИИЯФ МГУ 15 мая 2017 г. Отзыв составлен ведущим научным сотрудником Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В.Скобельцына Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, доктором физико-математических наук Волобуевым Игорем Павловичем.

Заместитель директора НИИЯФ МГУ,
доктор физико-математических наук,
профессор



В.И. Саврин

Заведующий ОЭФВЭ НИИЯФ МГУ,
доктор физико-математических наук,
профессор

Э.Э. Боос

Ведущий научный сотрудник ОТФВЭ НИИЯФ МГУ,
доктор физико-математических наук

И.П. Волобуев

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова” (Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына)

Адрес: 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы дом 1 строение 2

Телефон: +7 (495) 9393572

E-mail: volobuev@theory.sinp.msu.ru