

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук, профессора Арефьевой Ирины Ярославны на диссертацию Гурской Альбины Валентиновны «Свойства бозонов Хиггса в неминимальной суперсимметричной стандартной модели с нарушением CP -инвариантности», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — теоретическая физика

Проблема нарушения электрослабой симметрии и исследование свойств бозона Хиггса являются в настоящее время одной из центральных проблем физики высоких энергий. Открытие бозона Хиггса в 2012 году на Большом адронном коллайдере (БАКе) экспериментально подтвердило теоретический механизм Брута-Энглера-Хиггса формирования масс в стандартной модели. Минимальная стандартная модель содержит один хиггсовский дублет, который одновременно обеспечивает одинаковую массу как верхним, так и нижним кваркам и лептонам и мы имеем дело с одним CP -четным хиггсовским дублетом. Простейшее расширение минимальной стандартной модели реализуется в минимальной суперсимметричной модели и оно содержит два хиггсовских дублета и в этом случае имеется несколько хиггсовских бозонов. Одно из дальнейших усложнений модели использует неминимальную суперсимметричную модель, и в ней имеется большее число хиггсовских бозонов. Важнейшей экспериментальной задачей, которая реализуется на БАКе, является как прецессионное исследование свойств бозона 125 ГэВ, так и поиск его возможных партнеров. Достоинством суперсимметричных моделей является их возможность описать некоторые явления, которым не было дано объяснения в стандартной модели физики элементарных частиц. Это касается массы нейтрино, проблемы стабильности вакуума, проблемы барионной асимметрии, темной материи и др. Барионная асимметрия также напрямую связана с нарушением CP -инвариантности, источников которой в стандартной модели недостаточно.

Диссертация Гурской А.В. посвящена изучению эффектов CP -нарушения в неминимальной суперсимметричной модели, что напрямую связано с самыми передовыми проблемами физики высоких энергий. В работе нарушение CP -инвариантности реализуется в секторе Хиггса и ставятся задачи расчета основных свойств бозонов Хиггса в рамках рассматриваемой модели. Таким образом, представленная диссертация посвящена весьма актуальной теме и представляет собой интересное исследование.

Диссертация состоит из введения, трёх глав основного содержания и заключения.

В первой главе делается обзор имеющихся работ по проблеме CP -нарушения в расширениях стандартной модели. Перечислены все возможные способы нарушения CP -инвариантности в расширенном секторе Хиггса. В неминимальной суперсимметричной стандартной модели (НМССМ) вводится общий потенциал Хиггса с комплексными вакуумными параметрами. Подробно излагается процедура нахождения локального минимума. Выведены аналитические выражения для констант взаимодействия бозона Хиггса с другими частицами и для элементов массовой матрицы нейтральных бозонов Хиггса. Таким

образом, в первой главе показано, какие изменения претерпевает неминимальная модель после внедрения всех возможных источников нарушения CP -инвариантности в секторе Хиггса, а также здесь содержится вывод всех необходимых для дальнейшего исследования аналитических выражений. В завершении главы посчитаны однопетлевые поправки к параметрам потенциала Хиггса, которые приводят к явному нарушению CP -инвариантности. Вычисление данных поправок является принципиально важной задачей для проведения исследований в предложенной модели. Поправки определяют значение параметров как в области энергий стандартной модели, так и при высоких энергиях в области суперсимметрии. В рамках предложенной модели вычисления проводились впервые с учетом однопетлевых диаграмм в нефизическом базисе.

Вторая глава диссертации посвящена обзору распадов нейтральных бозонов Хиггса. Вполне разумным является выбор диссертантом основных мод, наблюдаемых на БАКе, для дальнейшего исследования свойств бозонов Хиггса в предложенной модели. Подробно описана методика расчета ширин выбранных распадов в теории. Приведенный алгоритм расчета расписан так, что он наиболее простым способом преобразовывается в код расчетной программы на компьютере. Данная методика включает в себя также анализ лидирующих вкладов в петлевые диаграммы.

Расчеты диссертанта, успешно выполненные в первой и второй главах в рамках теории возмущения, являются очень сложными и связаны с вычислением огромного количества интегралов, выражения для которых вынесены в приложение к диссертации.

Третья глава содержит анализ численных результатов расчетов. Обсуждается выбор значений свободных параметров, который приводил бы нас к появлению в решении одного нейтрального бозона Хиггса, удовлетворяющего по своим физическим характеристикам наблюдаемой на опыте частице. Результаты интересны тем, что на первый взгляд дополнительные фазы нарушения CP -инвариантности должны давать большой набор масс бозонов Хиггса и ширин их распада, но, диссертант показал, что последовательный анализ допустимых значений свободных параметров ограничивает возможности выбора наблюдаемых, и автор приходит к выводу о том, как необходимо фиксировать значения параметров для построения конкретных сценариев. Таким образом, диссертант строит два сценария свойств бозонов Хиггса в предложенной модели НМССМ.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации.

Складывается положительное впечатление о проведенном исследовании. Все вычисления проведены весьма аккуратно и вызывают доверие.

Однако, имеются некоторые замечания. В частности, отмечу некоторую излишнюю краткость при обсуждении ряда вопросов:

1. В первой главе не раскрывается вопрос, каким образом идет проверка наличия минимума.
2. Результаты проделанной работы опубликованы в нескольких журналах, сборниках и трудах конференций, хотелось бы видеть их в одной более обширной работе.

Высказанные замечания не снижают высокой оценки проведенных А.В. Гурской исследований. По моему мнению, в диссертации получены интересные результаты. Текст диссертации хорошо написан, автор продемонстрировал, что он владеет материалом, знает мировую литературу по данному вопросу. Все результаты своевременно опубликованы и неоднократно докладывались на международных конференциях. Они могут быть использованы при подготовке и при анализе экспериментов на БАКе.

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

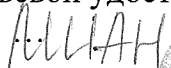
Считаю, что диссертация А.В. Гурской удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Гурская А.В. несомненно заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

24.04.2017

Доктор физико-математических наук,
профессор, ведущий научный сотрудник
МИАН им. Стеклова
И.Я.Арефьева



Подпись И.Я. Арефьевой удостоверяю
Учёный секретарь



Ф.И.О.

П. А. Ясьев