

О Т З Ы В

научного руководителя на диссертационную работу
Е.Ю. Петровой "Исследование эффективного потенциала хиггсовского
сектора минимальной суперсимметрии", представленную
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц

После открытия в 2012 г. на Большом адронном коллайдере (БАК) частицы с массой 125.1 ГэВ, свойства которой хорошо согласуются со свойствами бозона Хиггса стандартной модели (СМ) взаимодействий частиц, предпринимаются систематические попытки идентификации этого бозона в рамках различных расширений скалярного сектора СМ и в особенности в рамках скалярного сектора моделей суперсимметрии. Исследования такого рода мотивированы известными вопросами, возникающими при сопоставлении наблюдаемых эффектов при энергиях менее или порядка 1 ТэВ (характерных для коллайдеров) с их возможными экстраполяциями в рамках СМ на существенно большие масштабы энергий вплоть до масштаба Большого объединения 10^{15} ГэВ. Помимо очевидных трудностей контроля радиационных поправок в скалярном секторе СМ, вынуждающих вводить в теорию частицы с "промежуточными" массами, имеются также подкрепленные современными данными астрофизических наблюдений вопросы со стороны космологических моделей, где следствия минимального сектора Хиггса приводят к трудностям другого происхождения, в особенности для моделей генерации барионной асимметрии в ранней Вселенной и моделей инфляционной космологии при идентификации инфлатона как хиггсовского бозона. Наиболее простыми и привлекательными кандидатами на роль самосогласованной теории во всем диапазоне энергий выглядят модели суперсимметрии и их простейший вариант МССМ.

В диссертации Е.Ю. Петровой исследуются эффективные потенциалы скалярного сектора минимальной суперсимметричной стандартной модели и их возможные наблюдаемые следствия на БАК при полной энергии протонов 7-13 ТэВ. Двухдублетный хиггсовский потенциал МССМ представляет собой сложную систему пяти бозонов Хиггса (два СР-четных бозона h и H , один СР-нечетный бозон A и два заряженных бозона $H^\pm$), массы и взаимодействия которых подвержены очень большим радиационным поправкам со стороны суперпартнеров фермионов и векторных бозонов СМ, которые достаточно сложно классифицировать вследствие крайней ограниченности экспериментальной информации о спектре частиц МССМ. В настоящее время экспериментальные данные БАК позволяют извлечь лишь зависимые от параметров МССМ ограничения на массы снизу. Таким образом, точные вычисления радиационных поправок в секторе Хиггса в рамках различных параметрических сценариев МССМ необходимы, поскольку позволяют получить достаточно детальные теоретические ограничения, необходимые для правильной интерпретации экспериментальных данных БАК.

В диссертации рассматривается скалярный сектор МССМ как эффективная теория поля на масштабе энергий менее или порядка 1 ТэВ. Построен эффективный двухдублетный потенциал МССМ и получены массовые состояния бозонов Хиггса для двухдублетного потенциала МССМ, расширенного эффективными операторами размерности шесть. Далее вычислены спектры масс бозонов Хиггса и вероятности каналов распада в рамках семи различных параметрических сценариев минимальной суперсимметрии, которые используются в существующей литературе при анализе данных БАК.

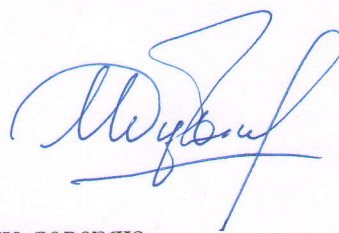
Хотя в настоящее время наблюдается лишь одно состояние с массой 125.1 ГэВ, проводятся интенсивные поиски других возможных состояний как большей, так и меньшей массы. Помимо известных данных конца 2015 г. коллабораций ATLAS и CMS, относящихся к двухфотонному резонансу с массой 750 ГэВ и впоследствии не подтвердившихся на необходимом уровне статистической достоверности, в настоящее время имеются признаки состояния с малой массой 29 ГэВ в канале $\mu^+\mu^-$ (коллаборация CMS, $\sqrt{s}=8$ ТэВ), для которого статистическая достоверность превышает 4.5σ , а также двухфотонных резонансов с массой около 100 ГэВ, где статистическая достоверность сигнала невелика. В диссертации детально рассмотрены возможные параметрические сценарии МССМ, соответствующие как тяжелым, так и легким скалярам для идентификации состояния 125.1 ГэВ как легкого СР-четного бозона h , так и тяжелого H , которые соответствовали бы имеющемуся массиву ограничений в рамках естественных сценариев МССМ.

В главе 3 диссертации содержится анализ известных параметрических сценариев МССМ для эффективной теории поля, в рамках которой параметры потенциала зависят от температуры. Как известно, фазовый переход первого рода в ранней Вселенной возможен при соблюдении специфических условий, определяющих поведение температурных поправок к эффективному потенциалу. Хотя жесткие и прямые ограничения на низкоэнергетические наблюдаемые анализ такого рода не накладывает, определенные рекомендации для предпочтительных областей пространства параметров МССМ возникают. В работе продемонстрировано, что для случая небольших радиационных поправок поведение вблизи критической точки описывается функцией-катастрофой A_3 , причем адекватные сценарии фазового перехода первого рода имеются при малых значениях отношения вакуумных средних хиггсовских изодублетов (определяющих известный параметр МССМ $\tan\beta$).

Автор диссертации Е.Ю. Петрова освоила очень непростые области физики элементарных частиц, сложную технику анализа и выполнила большую вычислительную работу. Следует отметить, что вычисления в ручном режиме дублировались, как правило, современными версиями систем символьных вычислений, что обеспечивает высокую надежность результатов. Полученные результаты весьма актуальны и могут быть очень полезными для будущих детальных рассмотрений. В диссертации получен целый ряд ценных результатов, которые могут быть использованы как в теоретических исследованиях по физике нестандартных бозонов Хиггса, так и при экспериментальном моделировании сигналов бозона Хиггса на коллайдерах LHC и ILC.

Подводя итоги, заключаем, что Е.Ю. Петрова безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц. Результаты диссертации полно и своевременно опубликованы. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Научный руководитель
доктор физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник НИИЯФ МГУ



М.Н.Дубинин

Подпись научного руководителя М.Н.Дубинина заверяю
Ученый секретарь НИИЯФ МГУ