

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.01  
НА БАЗЕ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 10.05.2017 № 98

О присуждении Гурской Альбине Валентиновне ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Свойства бозонов Хиггса в неминимальной суперсимметричной стандартной модели с нарушением CP-инвариантности» по специальности 01.04.02 – теоретическая физика принята к защите 9.02.2017 (протокол № 94) диссертационным советом Д 720.001.01 на базе международной межправительственной организации «Объединенный институт ядерных исследований», 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Жолио-Кюри, д.6, приказ Рособнадзора о создании совета № 1484-1047 от 11.07.2008; полномочия совета подтверждены приказом Минобрнауки РФ № 105/НК от 11.04.2012.

Соискатель **Гурская Альбина Валентиновна** 1988 года рождения.

В 2012 году соискатель окончила магистратуру физического факультета федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный университет» с присуждением степени магистра физики по направлению «Физика». Освоила программу подготовки в очной аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва» (Самарский университет) в период с 10.2012 г. по 11.2016 г. В настоящее время временно не работает. Диссертация выполнена на кафедре общей и теоретической физики Самарского университета.

Научные руководители:

**Бирюков Александр Александрович**, кандидат физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей и теоретической физики физического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва» (Самарский университет);

**Долгополов Михаил Вячеславович**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры общей и теоретической физики физического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва» (Самарский университет).

Официальные оппоненты:

**Арефьева Ирина Ярославна**, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела теоретической физики Математического института им. В. А. Стеклова Российской академии наук;

**Гладышев Алексей Валерьевич**, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Лаборатории теоретической физики им. Н.Н. Боголюбова Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ).

**Ведущая организация** – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, г. Москва, в своем положительном заключении, подписанном **Дубининым Михаилом Николаевичем** (доктор физико-математических наук, ведущий сотрудник ОТФВЭ НИИЯФ МГУ), **Савриным Виктором Ивановичем** (доктор физико-математических наук, профессор, отдел теоретической физики научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, заведующий отделом), **Панасюком Михаилом Игоревичем** (доктор физико-математических наук, профессор, научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына, директор) и утвержденным

**Федяниным Андреем Анатольевичем** (доктор физико-математических наук, профессор, Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, проректор) указала, что «В диссертации А.В. Гурской рассматриваются распады бозонов Хиггса в рамках неминимальной суперсимметричной стандартной модели (далее – НМССМ). Хотя до настоящего времени в экспериментах на Большом адронном коллайдере (БАК) не обнаружено сигналов суперпартнеров минимальной суперсимметричной стандартной модели (далее – МССМ), большой интерес к расширениям сектора Хиггса МССМ имеет под собой весьма убедительные основы. <...> В свете вышеуказанных обстоятельств, интенсивно анализировавшихся в последнее время, тема диссертации представляется актуальной. В первой главе рассматриваются источники нарушения  $CP$ -инвариантности в НМССМ, в том числе актуальные источники нарушения  $CP$  в хиггсовском секторе. <...> Обширная подготовительная работа, проделанная в главе 1, позволяет перейти в главе 2 диссертации к рассмотрению распадов бозонов Хиггса в рамках НМССМ. <...> На основе оригинальных результатов, полученных во второй главе диссертации, в главе 3 диссертации рассматриваются параметрические сценарии НМССМ и возможные следствия этих сценариев для наблюдаемых каналов распада бозонов Хиггса НМССМ. <...> Оценивая диссертацию в целом, заключаем, что она представляет собой выполненную на требуемом уровне научно-квалификационную работу, в которой проведены расчеты распадов бозонов Хиггса в модели суперсимметрии с расширенным хиггсовским сектором (НМССМ), не инвариантным относительно  $CP$  преобразования. Результаты диссертации опубликованы. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Гурская Альбина Валентиновна заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика».

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ, из которых 3 опубликованы в рецензируемых научных изданиях,

рекомендованных ВАК. Основные работы:

1. Гурская А.В., Долгополов М.В. «Сценарии исследования бозона Хиггса в NMSSM» // Вестник Самарского государственного университета. 2014. № 7 (118). С. 125-133.

2. Гурская А.В. «Сектор Хиггса NMSSM с нарушением CP-инвариантности» // Изв. вузов. Физика. 2015. Т. 58. № 7/2. С. 78-82.

3. А. В. Гурская, «Ширина распада бозона Хиггса на два фотона в однопетлевом приближении с учетом CP-нарушения в NMSSM». // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки, Т. 19, № 4. (2015), 650-657.

4. Dolgoplov M.V., Gurskaya A.V., Rykova E.N. «Finite-temperature Higgs potentials» // EPJ Web of Conferences 125, 02006 (2016).

5. Gurskaya A.V., Dolgoplov M.V. «The Higgs bosons decays in the NMSSM with CP-violation» // EPJ Web of Conferences 125, 02011 (2016).

Общий объем опубликованных работ по материалам диссертации составляет 75 печатных страниц. Работы [4-5] опубликованы в журналах, которые включены в международные системы цитирования Scopus и хорошо известны научному сообществу. Все журналы рецензируемые, опубликованные работы прошли серьезную всестороннюю проверку рецензентами – ведущими специалистами в области теоретической физики и физики высоких энергий.

Отзывы официальных оппонентов и ведущей организации положительные, но содержат следующие основные замечания, не снижающие общей высокой оценки научного уровня диссертации. В отзыве И.Я. Арефьевой говорится: *«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»*. В отзыве А.В. Гладышева говорится: *«Некоторые утверждения в тексте диссертации заслуживают*

подробного обсуждения, например, при обсуждении массы нейтрино во Введении. Вопрос о массе нейтрино в Стандартной модели, действительно, до конца не понят, хотя введение в лагранжиан юкавских взаимодействий для нейтрино позволяет получить массы в полной аналогии с другими фермионами. Остается, правда, проблема малости соответствующих юкавских констант связи. При обсуждении источников CP-нарушения в Стандартной Модели не упоминается матрица смешивания Понтекорво-Маки-Накагавы-Сакавы в лептонном секторе, также содержащая CP-нарушающую фазу, и элементы которой экспериментально измерены (!). Однако это не снимает проблему дополнительного источника CP-нарушения. Не совсем корректно утверждение о том, что нейтрино «не должно взаимодействовать с барионной материей». Слабое взаимодействие (не обязательно  $SU(2)$ ), но вполне допустимо. К недостаткам работы хотелось бы отнести некоторую небрежность изложения сути дела. В ряде случаев используются формулировки (смысл, конечно, понятен для владеющего материалом), которые могут ввести в заблуждение читателя, не являющегося специалистом в данной области. В некоторых местах используется жаргонное слово «каплинг», хотя в русскоязычной литературе имеется общепринятый термин «константа связи». Некоторые сложные формулы, очевидно, полученные с помощью программы Mathematica, содержат обозначения, отличающиеся от общепринятых (видимо, использованы обозначения из кода). В тексте основного содержания диссертации встречаются отклонения от конвы изложения, которые были бы уместны во Введении, но не при обсуждении деталей. Ряд утверждений недостаточно подкреплён выводами автора. Например, в Главе 3, где представлены численные результаты исследования, делается утверждение о том, что «порядки ширины распадов согласуются с наблюдаемыми», при этом нигде не приведены экспериментальные значения наблюдаемых. Для ширины распада бозона Хиггса на пару нейтрино, вычисление которой заявлено как одна из задач, приводится лишь график, который даже не обсуждается. В тексте присутствуют очевидные опечатки, иногда создается впечатление, что написано в спешке. Заключение

*представляет собой лишь перечисление полученных результатов, при этом не приводится итогового вывода о предпочтительности какого-либо из рассмотренных сценариев. Тем не менее, указанные недостатки не снижают важность и актуальность представленной диссертационной работы».*

На автореферат поступили дополнительные отзывы.

В отзыве В.В. Андреева (доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой теоретической физики, Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины, Белорусия) говорится: *«Из недостатков можно отметить тот факт, что в автореферате результаты расчетов этих двух сценариев представлены весьма кратко. Кроме того, нет объяснения, являются ли эти сценарии единственно возможными в работе».*

В отзыве С.В. Талалова (доктор физико-математических наук, профессор Тольяттинского государственного университета) говорится: *«В качестве замечания можно отметить ограниченный выбор для исследования лишь основных распадов нейтральных бозонов Хиггса, в то время, как в суперсимметричной модели бозон Хиггса может распадаться и на суперсимметричные частицы».*

В отзыве А.П. Зубарева (кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Естественные науки» Самарского государственного университета путей сообщения) говорится: *«В целом диссертация Гурской А.В. отличается комплексностью проведенных исследований, сложностью вычислений фейнмановских диаграмм, что сопряжено с написанием отдельного компьютерного приложения для её численного решения. Однако выбор приложения Wolfram Mathematica в качестве приложения для проводимых вычислений до конца не обоснован, тем более, что существуют и другие программные приложения, специализированные для расчета различных характеристик, таких как, массы и ширины распадов элементарных частиц. В том числе, имеется программа NMSSMTools, в которой возможно рассчитывать свойства частиц в рамках неминимальной суперсимметричной модели».*

Соискатель ответила на все замечания.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации основан на том, что оба

оппонента являются видными специалистами, как в области теоретической физики, так и в области физики высоких энергий, а ведущая организация – одним из лидирующих научно-исследовательских институтов в области экспериментальной и теоретической физики. Это подтверждается многочисленными публикациями в журналах из списка ВАК, индексируемых в международных базах данных Web of Science и SCOPUS, а также высоким индексом цитируемости их работ.

**Диссертационный совет отмечает, что в рамках проведенных соискателем исследований:**

Предложен в НМССМ новый потенциал сектора Хиггса с включением явного и спонтанного нарушений CP-инвариантности, а также смешивания CP-четных и CP-нечетных состояний данных частиц. Для массовых параметров  $\mu$  данной модели получены новые условия локального минимума потенциала Хиггса в зависимости от свободных параметров модели и фаз нарушения CP-инвариантности. Определен базис массовых состояний бозонов Хиггса из условий минимума потенциала в данной модели. Получены аналитические выражения для компонент массовой матрицы нейтральных бозонов Хиггса.

Впервые рассчитаны однопетлевые поправки к CP-нарушающим параметрам в потенциале Хиггса НМССМ, которые приводят к явному нарушению CP-инвариантности. Получены аналитические результаты для них.

Получены новые аналитические выражения для комплексных констант бозонов Хиггса с частицами модели в зависимости от свободных параметров модели и фаз нарушения CP-инвариантности.

Вычислены массы нейтральных бозонов Хиггса в предложенной модели и в однопетлевом приближении ширины основных наблюдаемых распадов бозона Хиггса для двух сценариев.

**Теоретическая значимость** исследования заключается в том, что полученные аналитические выражения вносят вклад в развитие модели НМССМ, и, в целом, в развитие суперсимметричных моделей.

**Значение полученных соискателем результатов для практики** заключается в

возможности использования полученных результатов для планирования будущих экспериментов на ускорителях-коллайдерах частиц, а также для дальнейшего исследования свободных параметров модели и области их допустимых значений.

**Оценка достоверности** результатов исследования выявила: методы исследования, использовавшиеся в диссертационной работе, развиты в модели НМССМ успешно апробированы ранее на других моделях. Достоверность результатов обеспечивается также строгостью используемых автором общепринятых методов квантовой теории поля, органически сочетающих в себе как традиционные теоретико-полевые методы, так и новейшие алгоритмы символьных и численных компьютерных расчетов.

**Личный вклад** соискателя в решение рассматриваемых в диссертации задач является определяющим. Аналитические результаты и численные расчеты получены автором.

На заседании № 98 от 10 мая 2017 года диссертационный совет принял решение присудить Гурской А.В. ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 11 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 18, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель  
диссертационного с

Воронов Виктор Васильевич

Ученый секретарь  
диссертационного с

Быстрицкий Юрий Михайлович

10.05.2017