

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора физико-математических наук
Красникова Николая Валерьевича
на диссертацию Беляева Никиты Леонидовича «Эффекты СР-нарушения и
аномальные взаимодействия в хиггсовском секторе», представленную на
соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.04.23 – Физика высоких энергий

После открытия бозона Хиггса на Большом адронном коллайдере первоочередной задачей стало систематическое исследование свойств бозона Хиггса. Нет никаких сомнений в том, что исследование хиггсовского сектора входит в тройку наиболее важных областей физики высоких энергий. Исследования этой области становятся наиболее мощной проверкой Стандартной Модели (СМ) физики частиц и наиболее чувствительным инструментом к косвенному обнаружению проявлений физических явлений вне рамок СМ. Экспериментальный поиск физических явлений вне рамок СМ является в настоящее время основной задачей экспериментальной физики элементарных частиц.

С помощью Большого адронного коллайдера (БАК) в Европейской Организации по Ядерным исследованиям (ЦЕРН) стало возможно непосредственно обнаружить бозон Хиггса, а также детально изучать процессы его рождения и распада. Последнее в настоящее время особенно актуально, поскольку такие процессы позволяют проводить тщательные проверки взаимодействий бозона Хиггса с частицами СМ, а также осуществлять поиск взаимодействий бозона Хиггса, отличных от предсказаний СМ. Все это доказывает актуальность диссертационной работы Беляева Н.Л.

Диссертационная работа Беляева Н.Л. изложена на 193 страницах и содержит введение, шесть глав, заключение, список сокращений и условных обозначений, словарь терминов, список рисунков, список таблиц и список литературы из 153 наименований. В рецензируемой диссертационной работе рассматриваются новые методики поиска эффектов СР-нарушения и других аномальных взаимодействий в хиггсовском секторе. Во многих теориях вне рамок СМ подобные взаимодействия могут проявляться как дополнительные слагаемые в амплитуде на древесном уровне без привлечения новых, неизвестных ранее частиц.

Диссертационная работа включает в себя как теоретическое, так и феноменологическое рассмотрение изучаемых процессов в контексте эксперимента ATLAS на БАК. Этот эксперимент, проводимый в ЦЕРН с 2008 года, является сейчас авангардом исследований в физике высоких энергий.

Методики, которые были предложены Беляевым Н.Л. для поиска аномальных взаимодействий, учитывают специфики рассматриваемых процессов. Так, например, для изучения процесса $gg \rightarrow H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4l$ было

предложено использовать специальные угловые наблюдаемые, учитывающие спиновые корреляции Z-бозонов, которые чувствительны к аномальным вкладам в вершину HZZ. Оценка эффективности данной методики выполнялась как с помощью непосредственной оценки асимметрий угловых наблюдаемых, которые возникают в случае наличия CP-нарушения, так и с помощью минимизации функции правдоподобия с учётом фоновых событий, адронизации конечного состояния и детекторных эффектов. Результатом оценки эффективности методики являются ожидаемые пределы на значение угла смешивания CP-чётного и CP-нечётного физических состояний и величину поперечного сечения на уровне интегральных светимостей в 300 фб^{-1} , что соответствует количеству событий, которую планируется набрать во время третьего сеанса работы БАК (2021-2023 гг.), и 3000 фб^{-1} .

Метод морфинга, который позволяет моделировать интегральные и дифференциальные характеристики сигнала, впервые был реализован Беляевым Н.Л. в виде конкретных программных пакетов в рамках научной группы HZZ коллаборации ATLAS. Метод расширенного морфинга, который был разработан Беляевым Н.Л., является естественной эволюцией метода морфинга и позволяет существенно повысить эффективность моделирования характеристик сигнала. При этом разработанные программные реализации вышеописанных методик используются группой HZZ в анализе данных с БАК. Научные положения, выводы и рекомендации диссертации были впоследствии подтверждены в других работах коллаборации ATLAS.

Главными результатами диссертационной работы Беляева Н.Л. являются новые методики поиска эффектов CP-нарушения и аномальных взаимодействий в хиггсовском секторе, а также оценка их эффективности.

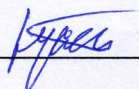
Наряду с достоинствами, в рецензируемой работе также обнаружены следующие недостатки:

1. Диссертация имеет слишком большой объём (193 страницы), что затрудняет её чтение. Было бы оптимально объединить первые две главы вместе с введением.
2. Было бы лучше, если бы автор сосредоточился либо на возможных эффектах несохранения CP-чётности в рождении и распадах стандартного бозона Хиггса, либо на более подробном изучении эффектов в рождении и распадах нового гипотетического тяжёлого бозона Хиггса.

Перечисленные недостатки, однако, не умаляют достоинств работы: научная значимость и новизна результатов, качество и актуальность диссертации не вызывают сомнений. Указанные замечания носят скорее рекомендательный характер. Диссертационная работа является оригинальным научным трудом в области современной физики высоких энергий, выполненным на высоком научном уровне. Результаты диссертации докладывались на ведущих международных конференциях и опубликованы в рецензируемых журналах, входящих в базы данных WoS и Scopus. Автореферат диссертации верно и достаточно полно отражает её содержание.

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертация Беляева Никиты Леонидовича «Эффекты СР-нарушения и аномальные взаимодействия в хиггсовском секторе» отвечает критериям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», предъявляемых к диссертационным работам на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор заслуживает присвоения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 – Физика высоких энергий – за разработку методов поиска эффектов СР-нарушения и аномальных взаимодействий в процессах рождения и распада бозона Хиггса в бозонных и фермионных каналах и оценку их эффективности.

Официальный оппонент,
Заведующий отделом теоретической физики
ФГБУН «Институт ядерных исследований РАН»,
доктор физ.-мат. наук

/  / Красников Николай Валерьевич

Адрес: 117312, г. Москва,
Пр-т 60-летия Октября, д.7а
Телефон: +7(499)135-77-60
E-mail: Nikolai.Krasnikov@cern.ch

Подпись Красникова Николая Валерьевича заверяю

Заместитель директора ФГБУН «Институт ядерных исследований РАН»,
доктор физ.-мат. наук

/  / Рубцов Григорий Игоревич

«27» октября 2020 г.

