



Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

**МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА
(МГУ)**

Ленинские горы, ГСП-1, Москва, 119991

Тел.: (495) 939 1000, Факс: (495) 939 0126

28.09.2017 № 1545-14/03-03

На № _____

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор

МГУ имени М.В.Ломоносова

профессор

А.А. Федянин



«28» 09 2017г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

**Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего профессионального образования
«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»**

на диссертацию на соискание ученой степени кандидата
физико-математических

КРАСНОПЕВЦЕВА Димитрия Васильевича

на тему «Рождение $Z\gamma\gamma$ с последующим распадом Z на нейтрино и
антинейтрино в эксперименте ATLAS и аномальные вершины
взаимодействия четырех нейтральных бозонов»

по специальности 01.04.23 – «Физика высоких энергий»

Диссертация Краснопевцева Д.В. посвящена исследованию редкого процесса, предсказанного в Стандартной модели, а именно, ассоциированного рождения Z бозона и двух фотонов в протон-протонных столкновениях при энергии столкновений 8 ТэВ на установке ATLAS. Этот процесс интересен еще и тем, что его характеристики чувствительны к вкладу аномальных вершин взаимодействия $ZZZ\gamma$ и $ZZ\gamma\gamma$. Поэтому второй задачей данной работы является поиск таких процессов и постановка ограничений на параметры взаимодействия четырех нейтральных бозонов, процесса запрещенного в Стандартной модели.

Одной из актуальных задач современной физики высоких энергий является экспериментальное подтверждение Стандартной модели, которая на настоящий момент, считается основным теоретическим фундаментом для описания всех известных элементарных частиц и их взаимодействий, исключая гравитационные. В то же время Стандартная модель не может объяснить ряд наблюдаемых эффектов и нуждается в расширении. Поэтому экспериментальный поиск процессов вне Стандартной модели или, запрещенных в Стандартной модели, является важной задачей. Это определяет актуальность темы диссертационной работы.

В своей диссертационной работе Д.В.Краснопевцев получил ряд новых оригинальных результатов:

1. На основе данных, собранных детектором ATLAS в протон-протонных столкновениях при энергии взаимодействий 8 ТэВ были определены характеристики трекового детектора переходного излучения в условиях высокой множественности протон-протонных столкновений, а также внутри адронных струй. Наблюдалось согласие результатов моделирования и экспериментальных данных в пределах погрешности.
2. Впервые измерены сечения ассоциированного рождения Z бозона и двух фотонов с последующим распадом Z бозона на нейтрино и антинейтрино в протон-протонных столкновениях с энергией в системе центра масс 8 ТэВ.
3. Впервые был проведен поиск аномальных вершин взаимодействия четырех калибровочных нейтральных бозонов в процессе рождения $Z\gamma\gamma$ в протон-протонных столкновениях при энергии столкновений 8 ТэВ и были установлены пределы на константы взаимодействия f_{T3} и f_{T9} четырех нейтральных калибровочных бозонов в аномальных вершинах вида $Z\gamma\gamma\gamma$ и $ZZ\gamma\gamma$.

Диссертационная работа Д.В.Краснопевцева имеет несомненную

практическую ценность.

Результаты работы демонстрируют стабильность работы трекового детектора переходного излучения (ТДПИ) и возможность использования детектора такого типа в протон-протонных столкновениях при большой светимости ускорителя и в тяжело-ионных взаимодействиях при высоких энергиях. Эффективность срабатывания дрейфовых трубок и пространственная точность измерений в моделировании согласуются с экспериментальными оценками, что дает возможность использовать моделирование ТДПИ для оценки фоновых процессов в разнообразных исследованиях и при планировании новых экспериментов.

Полученные оценки сечения рождения Z бозона и двух фотонов позволяют проверить предсказания Стандартной модели для наиболее редких процессов, исследуемых на коллайдерах. Впервые появилась возможность ввести ограничение на вклад экзотической компоненты в процесс рождения $(Z \rightarrow \nu\bar{\nu})\gamma\gamma$.

Разработанный метод отбора событий и анализа можно использовать в будущих экспериментальных исследованиях этого процесса на БАК. Эти исследования позволят проверить предсказания теории электрослабых взаимодействий, а также провести поиск экзотических процессов при энергии столкновений 13 ТэВ.

Вместе с тем, диссертационной работе присущи некоторые недостатки, часть из которых, носит характер неточностей:

1. Хотелось бы прояснить, была ли сделана оценка вклада в топологию $Z\gamma\gamma$ процесса ассоциированного рождения Z и Хиггс — бозонов (с распадом бозона Хиггса на два фотона) в рамках Стандартной модели?
2. В формуле Бете-Блоха на странице 40 средний потенциал возбуждения

для поглотителя обозначен символом T , тогда, как в тексте эта величина обозначена I .

3. При описании работы детектора переходного излучения на странице 41 вводится утверждение, что явление переходного излучения возникает только для ультрарелятивистских частиц. Однако переходное излучение возникает при движении заряда с любой скоростью, и связано с изменением диэлектрической проницаемости среды в пространстве и/или во времени, хотя практическое применение эффект переходного излучения действительно нашел для идентификации ультрарелятивистских частиц.
4. Рисунок 3-13 на странице 53 плохо читаемый. Только из текста понятно, где электроны, а где пионы. Вероятно произошел сбой при печати текста или при переводе в формат pdf.
5. На рисунке 3-20, судя по всему, перепутаны символы: исходя из рисунка добавление ТДПИ ухудшает разрешение, что противоречит тексту.
6. На странице 92 приводится оценка систематической ошибки при вычислении изоляции фотонов. Оценка эффективности изоляции фотонов была сделана с использованием электронов и позитронов. Хотелось бы прояснить, было ли проведено исследование разницы изоляционного параметра для фотонов и электронов и включено ли это в оценку систематической погрешности?

Указанные замечания не умаляют достоинства работы, высокой оценки ее качества и сделанных выводов.

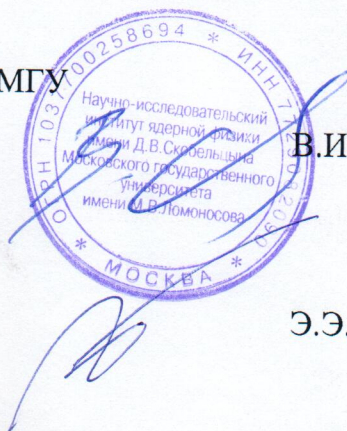
Таким образом, результаты исследований Д.В.Краснопевцева представляют

несомненный научный и практический интерес. Результаты работы могут быть использованы в экспериментальных и теоретических исследованиях, в Российских научных центрах: ОИЯИ, ИЯИ РАН, НИИЯФ МГУ, ПИЯФ, ИТЭФ, ИФВЭ, а также в зарубежных институтах.

Диссертационная работа хорошо структурирована. Выводы и положения диссертации соответствуют результатам. Основные результаты диссертации своевременно опубликованы в ведущих реферируемых научных журналах и представлялись автором на рабочих совещаниях, конференциях и семинарах. Автореферат диссертации полностью отражает ее содержание.

Диссертация Д.В.Краснопевцева удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а ее автор безусловно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 - "Физика высоких энергий".

Заместитель директора НИИЯФ МГУ
профессор



В.И. Саврин

Заведующий ОЭФВЭ
профессор

Э.Э. Боос

Отзыв составила:

ведущий научный сотрудник

Отдела экспериментальной физики

высоких энергий НИИЯФ МГУ

кандидат физ.-мат. наук

телефон 8(495)9391257

e-mail: Olga.Kodolova@cern.ch

О.Л. Кодолова

119234, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, дом 1, строение 2

Публикации по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий
(до 15 публикаций за последние пять лет, в том числе обязательно указание
публикаций за последние три года)

1. CMS Collaboration, Searches for a heavy scalar boson H decaying to a pair of 125 GeV Higgs bosons hh or for a heavy pseudoscalar boson A decaying to Zh , in the final states with h to $\tau\tau$, Physics Letters, Section B: Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics. vol. 755, pp. 217-244, 2016.
2. CMS Collaboration, Studies of inclusive four- jet production with two b - tagged jets in proton-proton collisions at 7 TeV, Physical Review D - Particles, Fields, Gravitation and Cosmology. vol. 94, n. 11, pp. 112005, 2016.
3. CMS Collaboration, Searches for R-parity- violating supersymmetry in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV in final states with 0-4 leptons, Physical Review D - Particles, Fields, Gravitation and Cosmology. vol. 94, n. 11, pp. 112009, 2016.
4. CMS Collaboration, Search for two Higgs bosons in final states containing two photons and two bottom quarks in proton- proton collisions at 8 TeV, Physical Review D - Particles, Fields, Gravitation and Cosmology. vol. 94, n. 5, pp. 052012, 2016.
5. CMS Collaboration, Search for s channel single top quark production in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV, Journal of High Energy Physics. vol. 2016, n. 9, pp. 27, 2016.
6. CMS Collaboration, Search for neutral MSSM Higgs bosons decaying to $\mu^+\mu^-$ in pp collisions at $\sqrt{s} = 7$ and 8 TeV, Physics Letters, Section B: Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics. vol. 752, pp. 221-246, 2016 .
7. CMS Collaboration, Measurements of $t\bar{t}$ charge asymmetry using dilepton final states in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV, Physics Letters, Section B: Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics. vol. 760, pp. 365-386, 2016 .
8. CMS Collaboration, Search for a standard model-like Higgs boson in the $\mu^+\mu^-$ and e^+e^- decay channels at the LHC, Physics Letters, Section B: Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics. vol. 744, pp. 184-207, 2015.
9. CMS Collaboration, Measurement of electroweak production of two jets in association with a Z boson in proton- proton collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV, European Physical Journal C. vol. 75, n. 2, pp. 66, 2015.
10. CMS Collaboration, Measurement of the Z boson differential cross section in transverse momentum and rapidity in proton-proton collisions at 8 TeV, Physics Letters, Section B: Nuclear, Elementary Particle and High-Energy Physics. Vol. 749, pp. 187-209, 2015.

Ученый секретарь НИИЯФ МГУ,
кандидат физико-математических наук



Е.А.Сигаева