

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 201.004.01,**  
созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения  
«Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального  
исследовательского центра «Курчатовский институт», по диссертации «Поиск  
возбужденных электронов и дибозонных резонансов в конечном состоянии с  
лептоном, нейтрино и струями на детекторе ATLAS на LHC»

**НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 25.06.2020 г. № 2020-7

О присуждении **Черемушкиной Евгении Вадимовне**, гражданке Российской Федерации, учёной степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Поиск возбужденных электронов и дибозонных резонансов в конечном состоянии с лептоном, нейтрино и струями на детекторе ATLAS на LHC» по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий принята к защите 18.03.2020 (протокол заседания № 2020-5) диссертационным советом Д 201.004.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», 142281, пл. Науки, д.1, г. Протвино Московской области, приказ Минобрнауки РФ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель, Черемушкина Евгения Вадимовна, 1988 года рождения, в 2016 году окончила аспирантуру НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ, работает младшим научным сотрудником в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Диссертация выполнена в Отделении экспериментальной физики НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ.

**Научный руководитель** – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Отделения экспериментальной физики НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ, Мягков Алексей Григорьевич.

**Официальные оппоненты:**

Снигирев Александр Михайлович, гражданин РФ, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник НИИ Ядерной Физики имени Д.В. Скобельцына МГУ, г. Москва;

Кирсанов Михаил Михайлович, гражданин РФ, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института Ядерных Исследований РАН, г. Троицк, г. Москва;

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Международная межправительственная организация Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ), г. Дубна, Московская область, в своём положительном отзыве, подписанном Глаголевым Владимиром Викторовичем, доктором физико-математических наук, заместителем директора Лаборатории Ядерных Проблем (ЛЯП) ОИЯИ по научной работе, и Бедняковым Вадимом Александровичем, доктором физико-математических наук, директором ЛЯП ОИЯИ, указала, что Черемушкина Евгения Вадимовна заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 – физика высоких энергий.

Соискатель имеет четыре опубликованных работы по теме диссертации, в том числе три работы опубликованы в рекомендованных Высшей аттестационной

комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации рецензируемых научных изданиях:

1. ATLAS Collaboration, “Search for excited electrons singly produced in proton-proton collisions at  $\sqrt{s} = 13$  TeV with the ATLAS experiment at the LHC” // Eur. Phys. J. C. — 2019. — Т. 79, № 9. — С. 803. — DOI: [10.1140/epjc/s10052-019-7295-1](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-019-7295-1). — arXiv [1906.03204](https://arxiv.org/abs/1906.03204) [hep-ex];
2. ATLAS Collaboration, “Search for production of  $WW/WZ$  resonances decaying to a lepton, neutrino and jets in  $pp$  collisions at  $\sqrt{s} = 8$  TeV with the ATLAS detector” // Eur. Phys. J. C. — 2015. — Т. 75, № 5. — С. 209. — DOI: [10.1140/epjc/s10052-015-3593-4](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-015-3593-4), [10.1140/epjc/s10052-015-3425-6](https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-015-3425-6). — arXiv [1503.04677](https://arxiv.org/abs/1503.04677) [hep-ex];
3. Cheremushkina E., “Semileptonic (lepton, neutrino and jets)  $WW/WZ$  resonances searches at  $\sqrt{s} = 8$  and 13 TeV with the ATLAS detector at the LHC”, no материалам доклада на конференции РАН2016, проведенной в ОИЯИ Дубна, Россия, в апреле 2016 года // Phys. Part. Nucl. — 2017. — Т. 48, № 5. — 752—754. 3 p. — DOI [10.1134/2FS1063779617050100](https://doi.org/10.1134/2FS1063779617050100). — URL: <https://cds.cern.ch/record/2304070>.

Все работы, вошедшие в диссертацию, выполнены при определяющем вкладе соискателя, что подтверждается официальным письмом от коллаборации ATLAS.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

- оппонента Снигирева А.М., сформулировавшего следующие замечания редакционного плана к работе:
  - Помимо ставшего уже привычным в научной литературе обилия жаргона встречаются некорректные формулировки, шероховатости

стиля. Большое количество сокращений, поясненных только при первом упоминании, делают большой текст диссертации трудно читаемым.

- оппонента Кирсанова М.М., сформулировавшего следующие замечания к работе:
  - Нет описания организации программного обеспечения детектора ATLAS.
  - На странице 32 в формуле 3.1 недостаточно чётко определена  $\epsilon_{\text{filter}}$ . Можно понять, что она возникает из-за потерь событий в процессе моделирования, и тогда на неё нужно делить.
  - На странице 42 нет разъяснений формулы для  $u_f$ . (хотя бы ссылку если нет места).
  - На странице 43 неясно, применялось ли  $b$  – мечение для широких струй. Описание было бы яснее если сказать, что это мечение основано на поиске вершины распада частиц с  $b$  – кварком.
  - На странице 52 нет информации каким образом определялось отношение эффективностей данные/МС (из данных? tag & probe?).
  - На странице 77 изложение было бы яснее если разделить неопределённости, влияющие на выход сигнала и на фон, а также описывать их в порядке убывания важности (влияния на конечный результат).
  - На странице 86 в таблице не приведён ожидаемый сигнал, поэтому трудно понять, насколько сложно его обнаружить.
  - Отдельные фразы в тексте неправильно построены (например, на странице 36 “синхротронное излучение с возможностью потери” -> “синхротронное излучение и возможность потери”), есть несколько

орфографических ошибок и опечаток, но очень мало для такого большого объёма текста.

- ведущей организации (ОИЯИ), сформулировавшей следующие замечания к работе:
  - Использование жаргонных выражений типа «события с всплесками шума в калориметрах», «потерянная поперечная энергия» вместо недостающая поперечная энергия.
  - Перегруженность текста стандартными переменными и алгоритмами реконструкции объектов коллаборации ATLAS, множественными деталями отбора событий, что хорошо смотрелось бы во внутренней ATLAS Note.
  - Для объективного тестирования применяемых анализов было бы хорошо перед работой с сигнальными областями провести «слепой тест» на «проверочной» фазовой области с примесью смоделированного сигнала, априори неизвестного автору анализа.
  - Можно было бы экстраполировать полученные результаты на ограничение сечения рождения возбужденного мюона.

Во всех поступивших отзывах дана положительная общая оценка диссертации и автореферата, а также указано, что соискатель заслуживает присуждения ей учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 — физика высоких энергий.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается высочайшим уровнем их экспертизы в вопросах, на которых сосредоточена диссертация, обусловленным богатым опытом плодотворных исследований, подтверждаемым соответствующими публикациями.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Получены ограничения для параметров модели возбужденных электронов. Исключены значения масс возбужденных электронов  $m_{e^*} < 4.8$  ТэВ на характерной границе применимости эффективной теории поля для вычисления сечения одиночного рождения возбужденного электрона. Комбинация поисков одиночного.
- Получены наиболее жесткие ограничения по сравнению с предыдущими анализами на детекторе ATLAS на массы гравитона Калуца-Клейна ( $G^*$ ) в модели Рэндалл-Сандрума ( $m_{G^*} < 760$  ТэВ) и  $W'$ -бозона расширенной калибровочной модели ( $m_{W'} < 1490$  ТэВ).

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что результаты поисков возбужденных электронов и дибозонных резонансов являются практической проверкой теоретических и феноменологических моделей расширения Стандартной модели (модель составленности, расширенная модель Рэндалл-Сандрума и расширенная калибровочная модель), и могут служить указаниями при дальнейшей теоретической разработке моделей этих классов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- Полученные результаты данной работы могут быть использованы для получения ограничений на параметры различных моделей новой физики вне Стандартной модели с использованием более полного набора данных, полученных в экспериментах на LHC.

- Методика поиска дибозонных резонансов при  $\sqrt{s} = 8$  ТэВ легла в основу последующих работ коллаборации ATLAS по поиску дибозонных резонансов в протон–протонных столкновениях  $\sqrt{s} = 13$  ТэВ.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- Результаты диссертации утверждены коллаборацией ATLAS, имеющей многолетний опыт успешного выполнения и опубликования подобного типа работ.
- Результаты исследований прошли процедуру апробации на международных школах и конференциях по физике высоких энергий.
- Результаты работ опубликованы в международных специализированных реферируемых журналах по физике высоких энергий.

Личный вклад соискателя:

Содержание диссертации и основные положения, выносимые на защиту, отражают личный вклад соискателя, а именно:

- Выбор и обоснование полулептонного конечного состояния для поиска возбужденных электронов.
- Методика моделирования сигнальных наборов данных для поиска возбужденных электронов в событиях с электроном, нейтрино и  $W$ -бозоном.
- Оптимизация условий отбора объектов и первичного отбора событий для поиска возбужденных электронов в конечном состоянии с электроном, нейтрино и адронно распадающимся  $W$ -бозоном в  $pp$  столкновениях с  $\sqrt{s} = 13$  ТэВ в детекторе ATLAS.
- Оценка вклада фоновых процессов в поиске возбужденных электронов.

- Выбор дискриминирующих переменных, а также построение сигнальных, контрольных и проверочных областей для поиска возбужденных электронов в  $pp$  взаимодействиях при  $\sqrt{s} = 13$  ТэВ.
- Оценка систематических неопределенностей в поиске возбужденных электронов.
- Проведение статистического анализа и получение ограничений на параметры модели возбужденных электронов в поиске в полулептонном конечном состоянии.
- Оптимизация условий отбора объектов и первичного отбора событий для поиска дибозонных резонансов в полулептонном конечном состоянии на данных, полученных на детекторе ATLAS в  $pp$  столкновениях при  $\sqrt{s} = 8$  ТэВ.

Вклад соискателя в поиск возбужденных электронов и дибозонных резонансов, а также внутренние документации коллаборации ATLAS и подготовку публикации работы по поиску возбужденных электронов в реферируемый журнал, является определяющим.

На заседании 25.06.2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Черемушкиной Е.В. учёную степень кандидата физико-математических наук.

Содержание диссертации полностью соответствует паспорту специальности 01.04.23 – Физика высоких энергий (по физико-математическим наукам). Диссертация соответствует критериям, определяемым п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета,



дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 19, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель

диссертационного совета

Тюрин Н.Е.

Ученый секретарь

диссертационного совета

Рябов Ю.Г.



25 июня 2020 г.