

## О Т З Ы В

на диссертационную работу Каменщикова Андрея Александровича "Поиск лептокварков первого поколения при парном рождении в протон-протонных взаимодействиях в эксперименте ATLAS", представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 физика высоких энергий

### Актуальность диссертации

Диссертация посвящена обработке данных эксперимента ATLAS для получения ограничений на модели с лептокварками. А именно, получению ограничений на массы и сечения парного рождения лептокварков первого поколения, распадающихся в основном на электроны и кварки первого поколения. Эти результаты важны для поиска новой физики вне рамок Стандартной модели, что является основной целью исследований на Большом адронном коллайдере. Исследования автора позволили получить новые ограничения на массы и сечения парного рождения лептокварков первого поколения.

### Оценка содержания диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, пяти приложений, и списка литературы.

В первой главе, носящей обзорный характер, даны краткое введение в физику лептокварков и описаны основные параметры детектора ATLAS. Кроме того, приводятся основные данные и образцы Монте-Карло, используемые в диссертации. Описаны условия первичного отбора событий.

Вторая глава посвящена оценке вкладов фоновых и сигнальных событий. Основными фоновыми событиями при поиске лептокварков являются процесс Дрелла-Яна, парное рождение топ кварков, а также инструментальный фон, связанный с мисидентификацией электронов.

В третьей главе описывается метод получения ограничений на лептокварки, связанный с выбором наиболее оптимальных обрезаний в фазовом пространстве для исследуемой сигнатуры с двумя лептонами и двумя адронными струями. Для этого,



в частности, используются распределения по сумме поперечных импульсов лептонов и адронных струй и инвариантной массе двух лептонов. Используется технология контрольных, проверочных и сигнальных областей. Произведены процедура оптимизации для сигнальной области для повышения значимости ожидаемого сигнального процесса.

Четвертая глава посвящена исследованию систематических неопределенностей, связанных как с экспериментальными, так и с теоретическими неопределенностями сечений и партонных распределений, а также неопределенностями в моделировании основных фоновых процессов.

В пятой главе исследуется проверка совместимости расширений СМ с экспериментальными данными на основе частотного и Байесовского подходов. Описаны основные общие формулы для частотного и Байесовского подходов. Учтены эффекты систематических неопределенностей.

В шестой главе диссертации частотный подход использован для получения ограничений на массы и сечения парного рождения лептокварков первого поколения. Получены ограничения на вероятности распадов лептокварков на электрон и кварк в зависимости от массы лептокварка. Эти результаты являются новыми.

#### Степени обоснованности научных положений, вводов и рекомендаций.

Полученные в диссертации результаты неоднократно докладывались на международных конференциях и подтверждены коллаборацией СМС. Изложенные автором методы извлечения результатов из данных во многих случаях являются стандартными и общеприняты в настоящее время.

#### Оценка достоверности и новизны результатов работы.

Экспериментальные результаты, в получение которых внес решающий вклад автор являются оригинальными, и были получены на установке ATLAS и подтверждены коллаборацией СМС. Эти результаты во многом подтвердили справедливость Стандартной модели и существенно ограничили возможности существования новых взаимодействий за пределами Стандартной модели. Результаты диссертационной работы опубликованы и докладывались на многих конференциях по физике высоких энергий.



Результаты, приведенные в диссертации, регулярно цитируются в научной литературе, что свидетельствует в пользу её большой практической ценности.

### Общая оценка работы

В целом диссертация оставляет положительное впечатление.

К недостаткам диссертации следует отнести:

1. В пятой главе при обсуждении Байесовского подхода не исследуется зависимость от выбора приора, поэтому не удивительно, что численные результаты Байесовского и частотного подходов различаются. Известно, что, существует приор, когда результаты Байесовского и частотного подходов совпадают. Было бы интересно исследовать этот вопрос.
2. Не исследовано, насколько полученные в диссертации ограничения на массу и сечения лептокварков зависят от систематических неопределенностей. Например, предположим все систематические неопределенности утраиваются. Насколько при этом ухудшатся полученные ограничения?

### Заключение

Отмеченные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, содержащей ряд важных результатов по поиску лептокварков на Большом адронном коллайдере, которые имеют большую практическую ценность. Результаты диссертации могут быть использованы в исследованиях, проводимых в ИЯИ РАН, ИФВЭ, ИТЭФ и в других организациях.

Рассмотренная диссертация является законченной научно-исследовательской работой. Она выполнена лично автором и характеризуется высоким научным уровнем. Работы, вошедшие в диссертацию, являются достоверными и оригинальными. Автореферат диссертации адекватно и достаточно полно отражает ее содержание. Тема диссертации соответствует паспорту научной специальности 01.04.23 - физика высоких энергий.

Считаю, что диссертационная работа Каменщикова Андрея Александровича отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.23 - физика высоких энергий.

Официальный оппонент:  
заведующий Отделом теоретической  
физики ФГБУН ИЯИ РАН  
доктор физико-математических  
наук (диссертация защищена по специальности  
01.04.02-теоретическая физика)  
Москва 117312 проспект 60-летия  
Октября, дом 7а.  
тел.499 135 77 60  
KRASNIKO@ms2.inr.ac.ru

Н.В.Красников

" 4 " мая 2017 г.

Подпись доктора физико-математических наук заведующего  
Отделом теоретической физики Института ядерных исследований  
РАН КРАСНИКОВА Н.В. удостоверяю.

Ученый секретарь  
Института ядерных  
исследований РАН

" 4 " мая 2017 г.



А.Д.Селидовкин