

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Савиной Марии Вячеславовны «Поиск дополнительных пространственных измерений в столкновениях протонов на энергетическом масштабе порядка ТэВ», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

Диссертационная работа Савиной М.В. посвящена актуальной проблеме обнаружения дополнительных измерений пространства и их проявлений в физике элементарных частиц, в экспериментах на современных ускорителях, в частности на Большом Адронном Коллайдере (LHC).

В работе исследовалась феноменология микроскопических дополнительных измерений, когда макроскопически наблюдаемая вселенная локализована на трехмерной поверхности – так называемой бране.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и приложения.

Постановка проблемы изложена во введении. В первой и второй главах рассмотрены два наиболее популярных сценария для дополнительных измерений – ADD, с компактными измерениями с геометрией тора, и RS1, когда микроскопические измерения относятся к расстояниям между браной нашей вселенной и скрытой браной, а дополнительное пространство имеет геометрию орбифлекса. Исследовалась возможность наблюдения процессов с вкладом массивных гравитонов, порождающих отклонения от предсказаний стандартной модели элементарных частиц. Методами эффективной теории поля вычислены сечения процессов обмена виртуальными модами массивных гравитонов, для случая ADD рассмотрены различные параметризации матричного элемента и проведены сравнения полученных оценок с экспериментальными данными. Для обоих сценариев получены пределы на наблюдаемость, в зависимости от параметров моделей и для разных условий работы ускорителя. При установке пределов проведено генерация событий с помощью пригнотовленных и протестированных компьютерных кодов. Для процессов с дилегтонами в конечном состоянии, характеризующихся оптимальным для LHC отношением сигнал/фон, сделано исследование неопределенности в вычислении сечений, связанных с выбором разных партонных плотностей.

Наличие дополнительных микроскопических измерений пространства приводит к существенному усилению гравитации в объемлющем пространстве, и могут открыться каналы рождения черных дыр на ускорителях при сверхвысоких энергиях. В третьей главе диссертационной работы изучены возможности рождения и эволюции микроскопических черных дыр и альтернативных объектов сильнодействующей гравитации, вычислены сечения процессов с учетом значительной начальной неупругости при формировании горизонта и установлены пределы по наблюдаемости таких объектов на LHC. Представлены результаты изучения нескольких классов возможных сигналов от моделей низкоэнергетической многомерной гравитации в рамках научной программы эксперимента «Компактный мюонный соленоид» (Compact Muon Solenoid – CMS) на Большом адронном коллайдере (LHC).

Характеризуя диссертацию в целом, можно сказать, что в ней проведено исследование в актуальной области современной физики элементарных частиц, представляющее интерес как для развития теории, так и для анализа современных экспериментальных данных. Качество проведенных исследований, развитие в диссертации оригинальные теоретические методы характеризуют соискателя как сложившегося исследователя высокого уровня.

Диссертация хорошо оформлена и снабжена графическим материалом, основные результаты сведены в наглядные таблицы.

Работа не лишена некоторых недостатков, среди которых укажем следующие.

- 1) В тексте изредка используется профессиональный жаргон, в основном англицизмы, которые следовало бы избегать, если рассчитывать на широкого читателя этой работы. Пример – «сетап» (стр.6,67,115,159).
- 2) В диссертации на равных основаниях рассматриваются два сценария с дополнительными измерениями – ADD с геометрией тора и RS1 с геометрией Анти-ДеСиттера между двумя поверхностями. Однако в первом сценарии на макроскопических расстояниях закон Ньютона искажается, поскольку реализуется скалярно-тензорная гравитация типа Бранса-Дикке (см. формулу (1.9)). В частности, если нормировать закон Ньютона для статической гравитации, то появится расхождение в предсказании отклонения лучей света в поле массивных звезд с наблюдениями. Поэтому модель ADD должна быть исправлена, чтобы не противоречить астрономическим наблюдениям. С другой стороны, в модели RS упомянутая проблема легко решается подбором кривизны АДС пространства. Вместе с тем, в процессах столкновения частиц на

ускорителях скалярная гравитация заметной роли не играет ввиду малости гравитационной постоянной.

Указанные недостатки не влияют на общую высокую оценку результатов, полученных М.В. Савиной в диссертации.

Апробация работы состоялась на ряде представительных международных конференций и семинаров, основные результаты диссертации опубликованы в научных журналах, входящих в список ВАК. Аннотация правильно и полно отражает содержание диссертации.

Таким образом, диссертационная работа Марии Вячеславовны Савиной «Поиск дополнительных пространственных измерений в столкновениях протонов на энергетическом масштабе порядка ТэВ» представляет собой фундаментальное научное исследование, выполненное на высоком уровне теоретической физики. Её результаты являются оригинальными, содержат новые расчеты процессов с обменом виртуальными массивными модами гравитонов, процессов с рождением на ускорителе микроскопических черных дыр и струнных шаров, и итоги моделирования с помощью генераторов физических событий, которые поддержали предсказания для наблюдения этих явлений в экспериментах на Большом Адронном Коллайдере.

Диссертация удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор Савина Мария Вячеславовна заслуживает присуждения научной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

Профессор кафедры физики высоких энергий и элементарных частиц Санкт-Петербургского государственного университета доктор физико-математических наук

Андреанов А.А.

10.01.2017

Подпись Андреанова А.А. 

Личную подпись заверил  
начальник отдела ка

Н.Н. МАШТЕПА 

Документ подготовлен  
в порядке исполнения  
трудовых обязанностей