

## Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу

**Василевской Дарьи Сергеевны**

«Проверка Стандартной модели в прецизионных экспериментах при низких энергиях»,  
Представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по  
специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц

### **1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки.**

Диссертация Василевской Д.С. полностью соответствует пунктам: 3 (слабые и электромагнитные процессы в ядерной физике, ядерная нейтринная физика) и 6 (теория атомного ядра и ядерных реакций, физика малочастичных систем) раздела «Области исследований» паспорта специальности 01.04.16 – физика атомного ядра и элементарных частиц и удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к диссертационным работам на соискание степени кандидата физико-математических наук.

### **2. Актуальность темы диссертации.**

На сегодняшний день Стандартная модель (СМ) описывает большинство полученных экспериментальных данных в физике элементарных частиц. Однако, данную теорию нельзя считать полностью завершённой, так как ряд фундаментальных вопросов остается нерешённым. Для решения этих проблем, предлагается ряд теорий, расширяющих Стандартную модель.

Практически во всех теориях за рамками СМ естественным образом возникают процессы, протекающие с нарушением лептонного квантового числа. Исследование таких процессов и их поиск, представляет собой одну из главных задач современной физики частиц, так как это будет неоспоримым доказательством существования Новой физики. При высокой светимости таких экспериментов, возникает эффект наложения сигналов от разных, почти одновременно происходящих событий. В результате сигналы перекрываются и могут дать «ложный» сигнал, соответственно возникает необходимость в разработке метода реконструкции событий с наложением сигналов.

Также одним из эффективных способов проверки Стандартной модели является измерение аномального магнитного момента мюона. На текущий момент полученное значение аномального магнитного момента мюона в эксперименте Muon g-2 (FNAL, США) отличается на более 4 стандартных отклонения от теоретического значения, рассчитанного в рамках Стандартной модели. Такое отклонение от теории при дальнейшем уменьшении погрешности измерений и уточнение данных по сечению адронных каналов с систематической погрешностью менее 3%, которая диктуется точностью экспериментов  $\sim 0.1$  pp может указать на существование Новой физики.

Тема диссертации Василевской Д.С. соответствует пункту 1 «Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии, основанные на них производства: физика фундаментальных взаимодействий микро- и макромира, зарождающиеся технологии (квантовые, когнитивные, нейроцифровые, антропоморфные)» приоритетных направлений научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021-2025 годы, согласно Указа Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 г. № 156.

Все вышесказанное подтверждает актуальность темы диссертации Василевской Д.С.

### **3. Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту.**

В диссертации получен ряд новых результатов:

1. Теоретически исследованы и произведена оценка ширины для распадов

бозона Хиггса и Z-бозона на мюон и тау-лептон пару, идущих с нарушением лептонного квантового числа в рамках лево-правой симметричной модели рассчитаны;

2. Для эксперимента COMET Фаза-II разработан метод идентификации эффекта наложения сигналов в калориметре. Для этого была определена средняя форма сигнала от электрона в калориметре на основе сцинтилляционных кристаллов LYSO из экспериментальных данных по тестированию калориметра на пучке электронов; и исследовать зависимость средней формы сигнала от амплитуды сигнала;

3. Разработанный метод применен к реконструкции событий с наложением сигналов от радиационного захвата нейтронов (n, гамма) ядром  $^{175}\text{Lu}$  в кристалле LYSO; и для случая наложения сигналов от двух электронов от распада мюона в связанном состоянии с ядром алюминия, маскирующих сигнал мюон-электронной конверсии;

4. Для процесса электрон-позитронной аннигиляции с образованием трех пионов в конечном состоянии на основе статистики, набранной детектором КМД-3 измерено сечение  $\omega$ -мезона.

#### ***4. Обоснование и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.***

Основные выводы и положения, выносимые на защиту, являются научно обоснованными. Результаты диссертации опубликованы в хороших научных журналах, а также апробированы на международных и республиканских конференциях. Вывод математических соотношений в главе 2 логичен и последователен; промежуточные выкладки приведены в приложении к диссертации, что позволяет проверить корректность расчетов и убедиться в обоснованности полученных результатов. Достоверность результатов, защищаемых положений и рекомендаций подтверждается применением надежно апробированных и общепринятых методов анализа.

#### ***5. Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию.***

Научная и практическая значимость диссертации состоит в том, что её результаты могут быть использованы при проектировании будущих экспериментов по поиску процессов, проходящих с полным или частичным нарушением лептонного квантового числа. Несомненно, результаты, полученные в данной диссертационной работе, могут быть использованы при анализе экспериментальных данных Фазы-II эксперимента COMET, а также для последующей обработки всей накопленной детектором КМД-3 статистике с целью уточнения вклада адронного сечения в аномальный магнитный момент мюона.

#### ***6. Опубликованность результатов диссертации в научной печати.***

Основные результаты диссертационного исследования изложены в 7 статьях, в научных изданиях, соответствующих п. 19 Положения ВАК о присуждении учёных степеней и присвоении учёных званий в Республике Беларусь, в 5 тезисах докладов на конференциях.

#### ***7. Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК.***

Диссертационная работа Василевской Д.С. «Проверка Стандартной модели в прецизионных экспериментах при низких энергиях» оформлена в соответствии с требованиями ВАК.

Язык и стиль диссертации отвечают принятым в научной литературе нормам. Содержание диссертации структурировано в форме одной обзорной главы и трех глав, представляющих оригинальные результаты соискателя, и характеризующиеся внутренним единством и логичностью изложения.

Текст автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

## **8. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует.**

Анализ содержания диссертационной работы, полученных результатов и представленных публикаций свидетельствует о том, что Василевская Дарья Сергеевна владеет терминологией по профилю исследований, а также знакома с современными проблемами в выбранном направлении. Изложение материала и его обсуждение ведется на хорошем уровне, доказательно и аргументированно, с привлечением имеющейся в литературе информации по обсуждаемым вопросам. Все это в совокупности свидетельствует о соответствии квалификации соискателя искомой ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц.

## **9. Замечания.**

Вместе с тем в диссертации и автореферате присутствуют некоторые грамматические и стилистические недочеты. Например, в слове «адронный» пропущена буква «н», а также по тексту не хватает запятых. Не лишены некоторых незначительных недостатков и подписи к рисункам (например, шкалу на рис. 3 в автореферате следовало бы увеличить). В работе хотелось бы иметь более развернутое описание мотивов выбора в качестве объекта исследования процесса распада Хиггса и  $Z$ -бозона, идущих с нарушением лептонного числа в рамках лево-право симметричной модели. Данные замечания не затрагивают сути, достоверности результатов, а также выводов диссертационного исследования и не снижают ее общей положительной оценки.

## **10. Заключение.**

Диссертационная работа Василевской Д.С. «Проверка Стандартной модели в прецизионных экспериментах при низких энергиях» представляют собой завершённую квалификационную работу, соответствующую требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, установленным главой 3 «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь». Работа выполнена на высоком научном уровне, получены новые результаты, которые имеют теоретическую и практическую значимость.

Считаю, что автор диссертационной работы Василевская Дарья Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.16 - физика атомного ядра и элементарных частиц за следующие научные результаты:

- расчёт относительной вероятности распадов  $H$  и  $Z$  бозонов, идущих с нарушением лептонного квантового числа в рамках лево-правой симметричной модели;
- разработка метода для реконструкции событий с наложением сигналов от электрона и радиационного захвата нейтронов ядром  $^{175}\text{Lu}$ ; и в случае наложения сигналов от двух электронов, родившихся в результате распада мюонов в связанном состоянии с ядром алюминия с импульсами, вызывающий «ложный» сигнал  $\mu$ - $e$ -конверсии;
- измерение сечения процесса электрон-позитронной аннигиляции с образованием трёх пионов в конечном состоянии в области энергий  $\omega$ -мезона с детектора КМД-3 с использованием разработанной системы отбора сигнальных событий на основе статистики  $\sim 40$  пб набранной детектором КМД-3 в 2013-2018 гг.

Я, Серенкова Инна Александровна, даю согласие на публикацию данного отзыва в открытом доступе на официальном сайте Института физики НАН Беларуси в сети Интернет.

Руководитель лаборатории физических исследований,  
ведущий научный сотрудник НИЧ  
УО «Гомельский государственный технический  
университет имени П.О. Сухого»,  
кандидат физико-математических наук



И.А. Серенкова

