

ЗАЯВКА

на участие в конкурсе на соискание премий ОИЯИ 2021 г.
(научно-исследовательские экспериментальные работы)

Творческий коллектив:

1. Шматов Сергей Владимирович (1,0) – руководитель, начальник сектора, сектор №1, НЭОФСМС ЛФВЭ, Shmatov Sergei Vladimirovich, shmatov@cern.ch, shmatov@jinr.ru
2. Голутвин Игорь Анатольевич (1,0) – гнс, НЭОФСМС ЛФВЭ, Golutvin Igor Anatolievich
3. Зарубин Анатолий Вадимович (1,0) – внс, НЭОФСМС ЛФВЭ, Zarubin Anatoli Vadimovich
4. Зыкунов Владимир Александрович (1,0) – внс, сектор №1, НЭОФСМС ЛФВЭ, Zykunov Vladimir Alexandrovich
5. Каржавин Владимир Юрьевич (1,0) – начальник отдела, НЭОФСМС ЛФВЭ, Karjavin Vladimir Yurievich
6. Кореньков Владимир Васильевич (1,0) – директор лаборатории, ЛИТ, Korenkov Vladimir Vasilievich
7. Ланёв Александр Викторович (1,0) – внс, сектор №1, НЭОФСМС ЛФВЭ, Lanyov Alexander Viktorovich
8. Матвеев Виктор Анатольевич (1,0) – научный руководитель Института, Matveev Viktor Anatolievich
9. Пальчик Владимир Владимирович (1,0) – внс, сектор №2, НТОПИО, ЛИТ, Palchik Vladimir Vladimirovich
10. Савина Мария Вячеславовна (1,0) – внс, сектор №1, НЭОФСМС ЛФВЭ, Savina Maria Vyacheslavovna

Название цикла работ

“Экспериментальная проверка предсказаний Стандартной модели взаимодействий и поиск сигналов новой физики в процессах образования пар мюонов в эксперименте CMS на Большом адронном коллайдере”

по теме “CMS. Компактный мюонный соленоид на LHC, 02-0-1083-2009/2022”.

Аннотация работы

Настоящая работа основана на результатах исследований, выполненных в 2002–2021 гг. в Объединенном институте ядерных исследований (ОИЯИ, Дубна) и Европейской организации по ядерным исследованиям (ЦЕРН, Женева). В представляемом цикле работ представлены результаты подготовки и реализации программы физических исследований в канале с парой мюонов на многоцелевом детекторном комплексе “Компактный мюонный соленоид” (Compact Muon Solenoid, CMS), на Большом адронном коллайдере (LHC).

Систематическое изучение процессов с образованием мюонами высоких энергий в эксперименте CMS было инициировано физиками ОИЯИ в 2002 году. Предложенный подход для исследования физических процессов с мюонами больших поперечных импульсов p_T в конечном состоянии охватывает весь спектр возможных проблем, возникающих при решении подобных задач — от теоретических вычислений до комплексного анализа экспериментальных данных.

Впервые процессы рождения пар мюонов с большими инвариантными массами в столкновениях адронов наблюдались в конце 60-х годов в экспериментах на синхротроне AGS (Брукхейвенская национальная лаборатория, США), нацеленных на поиск переносчиков слабого взаимодействия. Теоретическое описание этого процесса было предложено независимо С. Дреллом и Т.-М. Яном и В. А. Матвеевым, Р. М. Мурадяном, А. Н. Тавхелидзе. Этот процесс имеет исключительную важность для физики адронных коллайдеров, поскольку измерение его характеристик представляет собой критический тест Стандартной модели (СМ), в том числе в новой области энергий. Современные данные экспериментов на ЛHC позволяют исследовать рождение лептонных пар в области инвариантных масс до нескольких ТэВ/с, т. е. впервые выйти за границу ТэВ-ного масштаба взаимодействий. Кроме задач, связанных с проверкой предсказаний СМ, этот процесс уже несколько десятков лет используется в качестве важнейшего инструмента для поиска сигналов новой физики.

Физики ОИЯИ на протяжении почти 20 лет вносили и вносят определяющий вклад в подготовку, реализацию и развитие предложенной программы физических исследований.

В 2002–2009 гг. впервые систематически показана возможность измерений характеристик процесса рождения пар мюонов в области их инвариантных порядка $1\text{--}5\text{ ТэВ}/c^2$ и разработана методика поиска сигналов новой физики нерезонансного и резонансного типов для состояний со спином 1 и 2. На примере моделей расширенного калибровочного сектора и сценариев многомерной гравитации с пониженным масштабом взаимодействия впервые продемонстрирована возможность наблюдения подобных сигналов в канале с парой $\mu^+\mu^-$ в конечном состоянии при энергии взаимодействия протонов в с.д.м. $\sqrt{s} = 14\text{ ТэВ}$. В терминах модельных параметров этих сценариев определен потенциал открытия эксперимента CMS. Выполненные исследования сформулировали программу научных исследований эксперимента CMS в канале с парой мюонов в конечном состоянии. Предложенная программа исследований легла в основу соответствующих глав проектов коллаборации CMS “CMS Physics Technical Design Report”, определяющих стратегию и методы научных исследований коллаборации.

В 2010–2021 гг. коллаборацией CMS с определяющим участием физиков из ОИЯИ были получены новые уникальные данные о взаимодействиях частиц СМ при рекордных энергиях, которые были достигнуты во время первого (RUN1) и второго (RUN2) этапов работы ЛHC. При $\sqrt{s} = 7$ и 8 ТэВ измерены дифференциальные и дважды дифференциальные сечения процесса рождения лептонных пар в областях переменной Бьёркена и переданного 4-импульса, ранее недоступных для изучения. С рекордной точностью измерены сечение рождения Z^0 -бозона. Сравнения результатов измерений с теоретическими вычислениями продемонстрировали справедливость СМ в новой области энергий. На полной статистике RUN1 и RUN2 при $\sqrt{s} = 7, 8$ и 13 ТэВ выполнена серия экспериментов, нацеленных на обнаружение сигналов новой физики, предсказываемых теориями с расширенным калибровочным сектором, моделей многомерной гравитации, сценариев с кандидатами на роль частиц темной материи. Установлены модельно-независимые верхний предел (95% С.L.) на сечения этих процессов и получены принципиально новые ограничения в пространстве модельных параметров проанализированных сценариев и проверена универсальность взаимодействий в лептонном секторе.

Полученные результаты неоднократно докладывались членами авторского коллектива на представительных международных конференциях и опубликованы в ведущих научных журналах. Основные результаты включены в регулярные обзоры по физике частиц Particle Data Group за 2012–2020 гг. По материалам исследований подготовлены и защищены 3 докторские, 2 кандидатские и 1 PhD диссертации.