

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФИАН

А.В. Колобов

2022 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук

Диссертация «Разработка радиационно-стойкого модуля электромагнитного калориметра спектрометра LHCb» Шманина Евгения Владимировича выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Физическом институте им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, в Лаборатории элементарных частиц Отделения ядерной физики и астрофизики.

В 2017 году после окончания магистратуры НИЯУ МИФИ Шманин Евгений Владимирович поступил в аспирантуру НИТУ МИСиС и был прикомандирован к ЛЭЧ ФИАН для выполнения научной работы под руководством в.к. г.н.с проф. Полухиной Натальи Геннадьевны. К настоящему моменту Шманин Е.В. подготовил кандидатскую диссертацию.

Справка о сдаче Шманиным Е.В. кандидатских экзаменов выдана Национальным исследовательским технологическим университетом МИСиС (№ 40, выдана 2 июня 2022 года) и Физическим институтом имени П.Н. Лебедева Российской академии наук (№ 19-22, выдана 26 мая 2022 года)

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Текст диссертации содержит введение, четыре главы, заключение, благодарности, список рисунков, список таблиц и список цитируемой

литературы. Шманин Е.В. представил доклад с изложением содержания диссертации.

Основные результаты, полученные в диссертации:

1. Проведены испытания радиационной стойкости сцинтилляционных кристаллов потенциально применимых в модернизации электромагнитного калориметра и выдерживающих радиационную нагрузку порядка 100 МРад.
2. Предложена обновленная конструкция электромагнитного калориметра спектрометра LHCb, заключающаяся в использовании сцинтилляционных волокон и плотного абсорбера.
3. Математическое моделирование в инструментарии GEANT4 показало достижимость требуемых значений энергетического разрешения прибора при использовании обновленной конфигурации.
4. Собраны и протестированы прототипы радиационно-стойких модулей электромагнитного калориметра. Результаты тестовых испытаний демонстрируют соответствие характеристик прототипов электромагнитного калориметра на основе спагетти-технологии требованиям по энергетическому и временному разрешению предъявляемым к электромагнитному калориметру спектрометра LHCb.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Конструкция электромагнитного калориметра типа Спагетти в качестве детектора, работающего в условиях высокой радиационной нагрузки при поглощенной дозе порядка 100 МРад.
2. Результат исследования оптической прозрачности сцинтилляционных кристаллов под воздействием радиационных

нагрузок, приближенных к условиям работы детектора LHCb в условиях повышенной светимости БАК.

3. Оптимизация геометрии прототипа калориметра по результатам Монте-Карло моделирования его работы при регистрации релятивистских электронов и фотонов.
4. Результаты экспериментального тестирования прототипа электромагнитного калориметра эксперимента LHCb на пучке релятивистских электронов.

Научная и практическая ценность работы:

Предложенный метод построения калориметрической системы регистрации электромагнитных ливней позволяет проводить исследования в условиях повышенных радиационных нагрузок (~ 100 МРад в центральной части калориметра) и обладает высокими значениями временного и энергетического разрешения, при этом пространственное разрешение калориметра определяется размером ячейки и может варьироваться в зависимости от задач.

Все представленные в диссертации оригинальные результаты получены лично автором. В обсуждении диссертации приняли участие В.А. Рябов, Н.Г. Полухина, В.А. Карманов, С.Б. Шаулов, А.Д. Ерлыкин, Н.И. Старков. При обсуждении отмечалось, что Шманиным Евгением Владимировичем создан прототип радиационно-стойкого модуля спагетти-калориметра, работающего в условиях поглощенных доз порядка 100 МРад, что применимо, в частности, в эксперименте LHCb, где в результате увеличения светимости Большого Адронного Коллайдера необходима модернизация

электромагнитного калориметра. Проведены исследования радиационной стойкости сцинтилляционных кристаллов и продемонстрирована целесообразность их применения в создании модуля. Разработаны на основе программного пакета Geant4 расчетные модели для оптимизации геометрии радиационно-стойкого модуля с целью достижения требуемого значения энергетического разрешения. Проведены тестовые испытания прототипов на пучках релятивистских электронов и измерены временное и энергетическое разрешения исследуемых прототипов.

Личное участие автора диссертации заключается в следующем:

- проведены измерения интересующих оптических свойств сцинтилляционных кристаллов до и после облучения на пучке протонов.
- проведена оценка уровня наведенной радиоактивности в сцинтилляционных кристаллах при поглощенных дозах порядка 100 МРад.
- на основе пакета Geant4 автором было выполнено моделирование целью оптимизации геометрии прототипа для достижения требуемого энергетического разрешения.
- собраны прототипы радиационно-стойких модулей электромагнитного калориметра
- проведены тестовые испытания созданных прототипов на пучках релятивистских электронов, измерены временное и энергетическое разрешения прототипов.
- Автор является участником проектов LHCb (Large Hadron Collider beauty experiment) в ЦЕРНе, Женева, Швейцария. Используя свой опыт и полученные в ходе выполнения работ по теме диссертации, он осуществляет проверку качества фотоэлектронных умножителей используемых в калориметрической системе этого экспериментов, а

также участвует в сменных дежурствах по обеспечению функционирования детектора LHCb и набора физических данных.

Диссертация выполнена на высоком научном уровне, содержит важные новые результаты. Результаты работы вошли в Technical design report по модернизации спектрометра LHCb.

Список публикаций по теме диссертации включает 4 работы, 3 из которых входят в международные базы Web of Science и Scopus. Апробация работы подтверждается докладами на 5 международных конференциях.

Рекомендовать в качестве официальных оппонентов:

Доктора физико-математических наук **Роганову Татьяну Михайловну**
НИЯФ МГУ имени М.В. Ломоносова;

Доктора физико-математических наук **Лубсандоржиева Баярто Константиновича**, Институт ядерных исследований РАН

В качестве ведущей организации рекомендовать Объединенный институт ядерных исследований (ОИЯИ), г. Дубна.

Диссертация «Разработка радиационно-стойкого модуля электромагнитного калориметра спектрометра LHCb» Шманина Евгения Владимировича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

Заключение принято на заседании Ученого совета Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН 21 июня 2022 года.

Результаты голосования: из 20 присутствующих членов Ученого совета, при кворуме 20, «за» проголосовали 20, «против» - 0, «недействительных» - 0, протокол №81 от 21 июня 2022 г.

Председатель

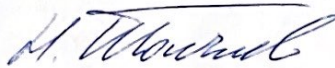
Ученого совета Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН
д.ф.-м.н., профессор



Рябов Владимир Алексеевич

Ученый секретарь

Ученого совета Отделения ядерной физики и астрофизики ФИАН
д.ф.-м.н.



Топчиев Николай Петрович