

Отзыв научного руководителя на диссертационную работу

Тимофеева Александра Владимировича

«Многоэлементный сцинтилляционный экран

для регистрации потоков жестких гамма квантов»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики

Тимофеев Александр Владимирович работает в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук (ИЯФ СО РАН) с 2013 года. Высокая научная квалификация Тимофеева А.В. была подтверждена успешными защитами выпускной квалификационной работы бакалавра по теме «Разработка детектора для регистрации потоков жестких гамма-квантов», магистерской диссертации по теме «Разработка модуля детектора гамма-квантов на основе спектросмещающих волокон» и научно-квалификационной работы по окончании аспирантуры по теме «Детектор на основе кристаллов BGO и спектросмещающего волокна». Все вышеперечисленные работы были посвящены различным этапам разработки и создания многоэлементного сцинтилляционного экрана и легли в основу диссертационной работы.

Диссертационная работа Тимофеева А.В. посвящена актуальной теме – созданию многоэлементного сцинтилляционного экрана для регистрации потоков жестких гамма квантов. В нем впервые в мире для тяжелых сцинтилляторов был применен метод косвенного съема сигнала при помощи спектросмещающих волокон. Использование данного метода обеспечило эффективность регистрации гамма-квантов на порядки большую, чем в традиционных системах, и при этом позволило вывести фотоприемники и электронику из-под воздействия жесткого ионизирующего излучения. Соискателю была поставлена задача исследовать теоретическими и экспериментальными методами параметры основных частей и конструкции в целом с целью выбора оптимальных материалов, технологий и проведение измерений физических параметров. В рамках проведенных под моим руководством исследований Тимофеевым А.В. был создан комплекс аппаратных и программных методик исследования оптических свойств основных компонентов многоэлементного сцинтилляционного экрана. Выполненные соискателем экспериментальные и математические исследования позволили значительно увеличить основной параметр детектора – эффективность регистрации жестких гамма квантов. Правильность принятых решений была успешно продемонстрирована в ходе комплексного исследования всего измерительного тракта, проведенного соискателем при помощи созданного им стенда на основе импульсной

рентгеновской трубки. Полученные результаты являются важным научным достижением в российской и мировой науке.

В рамках выполнения работы по теме диссертации Тимофеев А.В. разработал специализированные стенды для изучения свойств оптических волокон. Проведенные им расчетные и экспериментальные исследования различных спектросмещающих и оптических волокон позволили выбрать оптимальные волокна для использования в многоэлементном сцинтилляционном экране. По результатам его измерений была выбрана оптимальная по физическим и технологическим параметрам технология изготовления сцинтилляционных кристаллов. Проведенные Тимофеевым А.В. моделирование и экспериментальные исследования показали, что в методе косвенного съема отсутствует зависимость светового сбора от длины кристалла в случае использования кристаллов длиной от 20 до 60 мм. Данное свойство позволило увеличить длину кристаллов с 30 до 50 мм, что повысило эффективность регистрации жестких гамма-квантов в 1,42 раза и уменьшило шум изображения в 1,37 раза. Выполненный Тимофеевым А.В. расчет оптимальной толщины покрытия фотоприемника с учетом углового распределения выходящего из оптического волокна света привел к увеличению эффективности регистрации светового сигнала на 15%. Он разработал стенд для комплексного исследования многоэлементного сцинтилляционного экрана на основе импульсной рентгеновской трубки, а также методики проведения экспериментов. В результате многочисленных выполненных работ по оптимизации всех параметров измеренная на этом стенде величина сигнала составила 49 ± 6 фотоэлектронов/МэВ. Полученная величина сигнала согласуется с расчетами и позволяет обеспечить регистрацию потоков жестких гамма-квантов с минимальным шумом изображения. Собственный шум многоэлементного сцинтилляционного экрана меньше статистического шума зарегистрированных гамма-квантов. Таким образом, тщательная оптимизация всех элементов многоэлементного сцинтилляционного экрана позволила обойтись без использования дорогостоящих и труднодоступных импортных кристаллов на основе лютетия и создать уникальный детектор с использованием отечественных сцинтилляционных кристаллов ОГВ. Тимофеев А.В. принимал активное участие в разработке и создании многоэлементного сцинтилляционного экрана на всех этапах, а также в проведении экспериментов с ним.

Полученные результаты исследований и разработанные методики измерений имеют особую актуальность при создании новых детекторов для рентгенографических исследований тяжелых объектов и проведении экспериментов по физике элементарных частиц и атомного ядра. Одним из возможных применений является создание детектора для проведения инспекции крупногабаритных объектов, таких как фуры, железнодорожные и морские контейнеры. Соответствующее предложение обосновано в диссертационной работе соискателя.

Представленные в диссертации результаты исследований прошли апробацию на научных семинарах в ИЯФ СО РАН. По теме диссертационной работы Тимофеевым А.В. в соавторстве опубликовано 3 научных работы в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, и получен 1 патент.

Считаю, что диссертация Тимофеева Александра Владимировича является актуальной, имеет научную и практическую значимость и удовлетворяет требованиям ВАК, а сам диссертант заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики.

Научный руководитель

ведущий научный сотрудник сектора 3-13 ИЯФ СО РАН,

к.ф.-м.н., доцент



Григорьев Дмитрий Николаевич

Адрес: 630090, Россия, г. Новосибирск, пр-кт Академика Лаврентьева, д. 11

Телефон: 8 (383) 329-45-88

E-mail: D.N.Grigoriev@inp.nsk.su

Ученый секретарь ИЯФ СО РАН

к.ф.-м.н.



Резниченко Алексей Викторович

18 СЕН 2023