

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора физико-математических наук
Ставинского Алексея Валентиновича
на диссертационную работу

Тимофеева Александра Владимировича
«Многоэлементный сцинтилляционный экран
для регистрации потоков жестких гамма-квантов»,
представленную в диссертационный совет 24.1.162.02 на базе
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института ядерной физики им. Г.И. Будкера
Сибирского отделения Российской академии наук,
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук
по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики

Актуальность работы:

В диссертационной работе А.В. Тимофеева представлены результаты, полученные в ходе разработки многоэлементного сцинтилляционного экрана для исследований объектов с высоким атомным номером. Широкий спектр фундаментальных задач в области физики элементарных частиц и растущий спрос на прикладные исследования для рентгенографии оптически плотных объектов делают актуальной разработку высокоэффективных систем регистрации гамма-квантов с энергией несколько МэВ с минимизированным шумом. Сцинтилляционные детекторы являются одним из наиболее перспективных решений для проведения рентгенографических исследований.

Традиционные системы в рентгенографии оптически плотных объектов имеют ряд недостатков. Рентгеновские пленки и запоминающие экраны не позволяют регистрировать несколько кадров, а в методе экран-оптика-матричный фотоприемник существенно ограничена эффективность светового сбора. Данная диссертационная работа посвящена разработке и исследованию принципиально нового метода построения регистрирующей системы с минимизированным шумом для рентгенографии оптически плотных объектов. Из вышесказанного очевидно, что тема диссертационной работы А.В. Тимофеева является важной и актуальной.

Новизна подхода и основные результаты:

Научная новизна и значимость полученных автором результатов заключается в оригинальности предложенного метода построения детектора для регистрации потоков жестких гамма-квантов.

Впервые в детекторе жестких гамма-квантов для проведения рентгенографических исследований реализован метод съема света с тяжелого сцинтиллятора с большим коэффициентом преломления при помощи спектросмещающих волокон. Он позволил вывести фотоприемники и электронику из-под воздействия ионизирующего излучения, что решило проблему ухудшения разрешения из-за взаимодействия излучения в материале фотоприемников и увеличило срок службы электроники. Проведенные исследования позволили оптимизировать компоненты многоэлементного сцинтилляционного экрана и обеспечить низкий уровень собственных шумов, при котором энергетическое разрешение определяется статистикой гамма-квантов и флуктуациями энергосвечения в кристаллах, что недостижимо для традиционных систем в рентгенографии оптически плотных объектов.

Все оригинальные физические и конструкторские решения и методики, предложенные автором, прошли успешную экспериментальную апробацию, что также подробно описано в диссертационной работе.

Достоверность полученных результатов:

Исследования характеристик компонентов многоэлементного сцинтилляционного экрана проведены с использованием целого ряда экспериментальных методик. Автором в большинстве случаев проведены и экспериментальные, и теоретические исследования одной и той же характеристики. Обоснованность и достоверность научных положений и выводов подтверждается сопоставлением и хорошим согласием полученных результатов, а также публикациями в ведущих рецензируемых научных журналах.

Проведенные расчетные и экспериментальные исследования позволили предложить и разработать новую систему регистрации жестких гамма-квантов, не имеющую аналогов по своим характеристикам в области рентгенографии оптически плотных объектов.

Результаты диссертации представлены в 3 научных статьях в международных высокорейтинговых журналах (в журналах из перечня ВАК при Минобрнауки России), зарегистрирован патент на полезную модель.

Практическая значимость полученных автором результатов:

Практическая значимость диссертации не вызывает сомнений. Результаты диссертационной работы могут быть использованы при создании новых детекторов для рентгенографии оптически плотных объектов, для физики элементарных частиц и для инспекции крупногабаритных объектов.

Содержание диссертации и ее завершенность:

Работа выстроена логично, ее структура и содержание отражают цели и задачи исследования. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу. Результаты А.В. Тимофеева, изложенные в диссертации, являются, безусловно, новыми и обладают большой научной значимостью, превосходят мировой уровень исследований в области систем регистрации для рентгенографических исследований оптически плотных объектов.

Замечания и пожелания:

1. На рисунке 6 (стр. 23) представлено распределение сигналов от ионизирующего излучения в кремниевой пластине (ФД). Средний зарегистрированный сигнал в ФД определен по результатам фитирования в окрестности пика $\sim 2,7 \cdot 10^4$ электронов. Однако распределение в целом дает среднее значение $\sim 4,1 \cdot 10^4$. На мой взгляд, последняя величина более объективно отражает ширину распределения.
2. Коэффициент прохождения света через соединение оптического и спектросмещающего волокна $T_{\text{соед}}$ оценен по результатам измерения с одним (рисунок 45а) и двумя (рисунок 45б) соединениями. При этом второе оптическое соединение производилось за счет изготовления переходника из оптических волокон, а в формулах 28-29 предполагается, что оба соединения идентичны. На мой взгляд, следовало бы оценить точность этого предположения.

Сделанные замечания не являются существенными для общей положительной оценки работы, в которой все защищаемые положения в достаточной степени обоснованы.

Оценка автореферата диссертации:

Автореферат полностью раскрывает основные положения диссертации. Замечаний к автореферату нет.

Заключение оппонента по диссертации А.В. Тимофеева на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук:

Диссертация Тимофеева Александра Владимировича «Многоэлементный сцинтилляционный экран для регистрации потоков жестких гамма-квантов» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2. «Приборы и методы экспериментальной физики» является научно-квалификационной работой, в которой получены результаты, совокупность которых можно квалифицировать как решение важных научных проблем, связанных с рентгенографическими исследованиями оптически плотных объектов.

Диссертационная работа А.В. Тимофеева «Многоэлементный сцинтилляционный экран для регистрации потоков жестких гамма-квантов» полностью соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2. Приборы и методы экспериментальной физики.

Я, Ставинский Алексей Валентинович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Тимофеева Александра Владимировича, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент:

Начальник лаборатории, Лаборатория релятивистской ядерной физики

НИЦ «Курчатовский институт»,

доктор физико-математических наук (01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц)

Ставинский Алексей Валентинович

01.11.2023

Адрес: 123182, г. Москва, пл. Академика Курчатова, д. 1
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»
тел: +7 (915) 389-05-52
эл. почта: stavinsk@itep.ru

Подпись А.В. Ставинского заверяю
Главный ученый секретарь
НИЦ «Курчатовский институт»



К.Е. Борисов