

УТВЕРЖДАЮ

Директор по научной работе и инновациям

Национальный исследовательский

технический университет»

 А.Н. Дьяченко

«07» 10 2016 г.

ведущей организации

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» на диссертационную работу Бердниковой Анастасии Константиновны «Сцинтилляционный гамма-зонд для радионуклидной диагностики в ядерной медицине», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики»

Актуальность диссертационной темы

Диссертация Бердниковой А.К. «Сцинтилляционный гамма-зонд для радионуклидной диагностики в ядерной медицине» посвящена разработке ручного детектора гамма-излучения, обладающего физико-техническими характеристиками, которые отвечают требованиям, обусловленным спецификой его области применения – радионуклидной диагностики, проводимой непосредственно в ходе хирургического вмешательства. Для решения актуальных задач, продиктованных новыми стандартами диагностики и лечения онкологических заболеваний, необходим комплексный подход в разработке соответствующих инструментов и методик; в разрезе радионуклидной диагностики определяющую роль играет проведение экспериментально-физических исследований, нацеленных на разработку и совершенствование характеристик радиационных детекторов и методов ядерной физики, что и является основой данной диссертационной работы.

Основные результаты

Автором проведено систематическое экспериментальное исследование детекторов гамма-излучения на основе современных сцинтилляционных кристаллов в сочетании с кремниевыми фотоумножителями, основным результатом которого является создание компактного спектрометрического детектора гамма-излучения, состоящего из неорганического сцинтилляционного кристалла бромида лантана ($\text{LaBr}_3:\text{Ce}$) и кремниевого фотоумножителя, обеспечивающего энергетическое разрешение 4.9% FWHM (полная ширина на половине высоты) на линии гамма-излучения 662 кэВ; на основе данного детектора создан и доведен до стадии опытного образца ручной гамма-зонд (гамма-локатор), который, согласно результатам проведенных испытаний технических характеристик в соответствии с международным протоколом, по параметрам не уступает лучшим мировым образцам коммерчески доступных гамма-зондов. К числу основных результатов диссертационной работы также относится экспериментальная апробация предложенного автором метода определения местоположения локального квази-точечного источника гамма-излучения по глубине мягких тканей пациента, основанного на одновременной регистрации двух линий гамма-излучения медицинского радионуклида технеций-99m (140 кэВ и 18 кэВ) и количественном анализе интенсивности данных линий на поверхности тела пациента. Показано, что при использовании вышеуказанного компактного детектора предложенный метод позволяет определить глубину залегания источника в тканеэквивалентной среде с точностью ± 4 мм, а предел применимости метода составляет 30 мм.

Научная новизна полученных результатов

Автором впервые проведена серия экспериментальных исследований сцинтилляторов на основе бромида лантана в сочетании с твердотельными фотоприемниками, работающими в гейгеровском режиме; также впервые была реализована оригинальная технология прямой оптической стыковки гигроскопичного сцинтилляционного кристалла $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$ и кремниевого фотоумножителя, которые упакованы в общий герметичный светоизолированный корпус. В результате проведенных исследований впервые создан сцинтилляционный детектор гамма-излучения, обеспечивающий энергетическое разрешение 4.9% FWHM на линии с энергией 662 кэВ, которое является рекордным для сцинтилляционных детекторов с объемом чувствительной части менее 1 см^3 . Также автором разработан метод определения глубины залегания квази-точечного источника

гамма-излучения в среде, основанный на разнице значений линейного коэффициента поглощения гамма-излучения разных энергий при прохождении одного слоя вещества, который впервые был экспериментально апробирован с использованием медицинского радионуклида технеций-99m.

Научно-практическая значимость работы

Основная научная значимость диссертационной работы заключается в проведенном исследовании детекторов гамма-излучения на основе современных неорганических сцинтилляционных кристаллов и кремниевых фотоумножителей, которое привело к созданию компактного сцинтилляционного детектора гамма-излучения с высоким энергетическим разрешением, который может быть использован как для реализации задач физики высоких энергий, так и в прикладных областях применения. В результате проведенных исследований создан прибор, отвечающий требованиям новой области хирургической диагностики и терапии онкологических заболеваний, проводимых под контролем радиационных детекторов. Помимо того, что разработанный гамма-зонд не уступает по техническим характеристикам лучшим западным аналогам, он предоставляет возможность развития и применения новых техник поиска очагов накопления радиофармацевтического препарата за счет способности к определению глубины залегания локального источника гамма-излучения в мягких тканях.

Замечания по работе

Первое замечание относится к приведенному автором обзору современных коммерчески доступных медицинских гамма-зондов (см. Введение). Среди перечисленных моделей отсутствует упоминание единственного отечественного аналога – гамма-детектирующее устройство «Радикал» производства НТЦ «Амплитуда», г. Зеленоград.

Второе замечание касается выбора материала для изготовления коллиматора для гамма-локатора. В тексте работы никак не обоснован выбор свинца, который, как известно, является токсичным; коллиматор из другого материала, например, вольфрама, возможно, был бы более уместен для использования в приборе медицинского назначения.

Третье замечание связано с ограниченным количеством моделей кремниевых фотоумножителей, выбранных для проведения экспериментальных исследований. В тексте диссертации приведены результаты измерений амплитудных спектров лабораторных источников гамма-излучения с использованием кремниевых фотоумножителей,

произведенных компаниями Hamamatsu и SensL, но не упоминаются фотоумножители других производителей (например, Ketek).

Общая оценка работы


Указанные замечания не снижают общую высокую оценку диссертации, которая является законченной научно-квалификационной работой и соответствует специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики. Работа вносит существенный вклад в развитие сцинтилляционной методики регистрации гамма-излучения, а новые экспериментальные результаты важны с точки зрения применения современных достижений данного направления ядерной физики в прикладных областях. Разработка прототипа отечественного гамма-зонда поддержана грантом Сколковского института науки и технологий №201-MRA от 01.11.2013, а также Российским фондом фундаментальных исследований в рамках Договора №16-32-00383\16 от 27.01.2016.

Результаты, полученные в ходе диссертационной работы, опубликованы в рецензируемых российских и зарубежных журналах, в том числе рекомендованных ВАК РФ, и неоднократно докладывались на международных и российских конференциях.


Содержание автореферата соответствует содержанию диссертационной работы.

Диссертация Бердниковой Анастасии Константиновны «Сцинтилляционный гамма-зонд для радионуклидной диагностики в ядерной медицине» отвечает требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики – за разработку и создание портативного медицинского гамма-зонда на основе сцинтилляционного гамма-спектрометра, обладающего способностью к локализации очага накопления радиофармпрепарата по глубине биологической ткани.

Настоящий отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры Прикладной физики ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» «07» октября 2016 г., протокол № 04.

Председатель заседания кафедры,
заведующий кафедрой Прикладной физики,
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»,
кандидат физико-математических наук  Вагнер Александр Рудольфович

Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30
Тел.: 8 (3822) 70 16 14
e-mail: wagner@tpu.ru

Секретарь заседания кафедры,
ведущий научный сотрудник международной
научно-образовательной лаборатории
Рентгеновская оптика кафедры Прикладной физики,
ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»,
кандидат физико-математических наук  Гоголев Алексей Сергеевич

Россия, 634050, г. Томск, проспект Ленина, дом 30
Тел.: 8 (3822) 70 17 77 (доб. 5259)
e-mail: alextpuftf@tpu.ru