

ОТЗЫВ

официального оппонента, Лубсандоржиева Баярто Константиновича, д.ф.-м.н., ведущего научного сотрудника Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института ядерных исследований Российской академии наук (ИЯИ РАН), на диссертацию Бердниковой Анастасии Константиновны «Сцинтилляционный гамма-зонд для радионуклидной диагностики в ядерной медицине», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук (специальность 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики)

Диссертация Бердниковой Анастасии Константиновны «Сцинтилляционный гамма-зонд для радионуклидной диагностики в ядерной медицине» выполнена в Федеральном государственном автономном учреждении высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». Диссертация посвящена актуальной теме разработки отечественного оборудования на основе радиационных детекторов для регистрации гамма-излучения медицинских радиоизотопов, используемых для диагностики злокачественных заболеваний. Ручные гамма-зонды используются в новом активно развивающемся направлении радионуклидной диагностики – радионавигационной хирургии, заключающейся в проведении исследования непосредственно в ходе хирургического вмешательства.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы из 66 наименований.

Во введении представлен краткий обзор коммерчески доступных медицинских гамма-зондов, проведен анализ их физико-технических характеристик и обоснована актуальность работы. Сформулированы цель работы, научная новизна, практическая значимость и личный вклад диссертанта. Также сформулированы положения, которые защищает диссертант, и приведены данные по апробации работы.

В первой главе приведен обзор современных неорганических сцинтилляционных кристаллов и твердотельных фотоприемников, и обоснован выбор сцинтилляторов и фотоприемников, подходящих для проведения экспериментальных исследований с целью созданию миниатюрного ($\sim 1 \text{ см}^3$) гамма-спектрометра с характеристиками, наилучшим образом соответствующими требованиям, предъявляемым к медицинским гамма-зондам.

Вторая глава посвящена описанию проведенной методической экспериментальной работы по определению оптимального сочетания

сцинтилляционного кристалла и фотоумножителя путём анализа амплитудных спектров гамма-излучения стандартных лабораторных радионуклидов, измеренных с их помощью. Показано, что наилучшими спектротрическими характеристиками обладает детектор на основе кристалла $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$ и кремниевого фотоумножителя. Также описана предложенная диссертантом оригинальная технология прямой стыковки гигроскопичного сцинтиллятора и фотоумножителя, упакованных в общий герметичный корпус, которая позволяет улучшить энергетическое разрешение и амплитуду отклика детектора. Приведены результаты измерений характеристик созданного миниатюрного спектрометра. В частности, показано, что применение указанной технологии позволило получить рекордное для миниатюрных сцинтилляционных детекторов энергетическое разрешение $< 5\%$ на линии гамма-излучения с энергией 662 кэВ.

В третьей главе описывается прототип медицинского гамма-зонда (Гамма-локатор), созданный на основе вышеуказанного детектора. Приведены результаты измерений технических характеристик Гамма-локатора, проведенных в соответствии с общепринятым международным протоколом. Описана процедура тестирования Гамма-локатора на лабораторном животном. Отдельный пункт в главе посвящен экспериментальным исследованиям применимости Гамма-локатора в качестве инструмента для определения радиохимической чистоты радиофармпрепарата (РФП) перед введением пациенту – тонкослойной хроматографии.

Четвертая глава посвящена методу определения положения очага накопления радиофармпрепарата по глубине мягких тканей пациента, основанном на разнице значений линейного коэффициента поглощения гамма-излучения разных энергий при прохождении одинакового слоя вещества. Для радионуклидной диагностики с использованием медицинского радионуклида Tc-99m , имеющего линию гамма-излучения 140 кэВ и линию характеристического излучения 18 кэВ, данный метод предложен впервые. Приведены результаты экспериментальной апробации предложенного метода с использованием миниатюрного детектора (на основе сцинтиллятора $\text{LaBr}_3:\text{Ce}$ и кремниевого фотоумножителя) и медицинского радионуклида Tc-99m , подкрепленные результатами предварительно проведенного компьютерного моделирования методом Монте-Карло. Впервые показано, что данный метод обеспечивает точность определения глубины залегания квази-точечного источника гамма-излучения с точностью ± 4 мм по глубине до 30 мм тканеэквивалентной среды.

В заключении диссертации перечислены основные результаты работы.

По диссертационной работе можно сделать следующие замечания:

1. Утверждение, что “количество зарегистрированных фотонов равно количеству фотоэлектронов, рожденных на фотокатоде фэу”, стр.15, - некорректно.

2. На странице 21 не совсем корректно утверждается, что первые образцы кремниевых фотоумножителей были разработаны совместными усилиями МИФИ и ФГУП НПП “Пульсар” при поддержке DESY, тогда как первый кремниевый фотоумножитель был разработан и создан в конце 1980-х годов З.Я.Садыговым и В.М.Головиным в ИЯИ РАН и МЭЛЗ. К сожалению, в диссертации не делается ссылок на основополагающие труды З.Я.Садыгова и В.М.Головина.

3. Дается типовой вид спектральной характеристики фэу XR2020 из каталога фирмы. Было бы хорошо измерить спектральную характеристику конкретного фэу, использовавшегося в измерениях.

4. Слишком сжато дано описание моделирования характеристик Гамма-локатора – меньше страницы текста и одна таблица.

5. Есть в работе грамматические и стилистические ошибки, опечатки. Следует отметить и некоторую небрежность в оформлении, например, на рисунках 3.9 и 3.10 очень сложно разглядеть – какие точки к каким коллиматорам относятся.

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертационная работа Бердниковой Анастасии Константиновны «Сцинтилляционный гамма-зонд для радионуклидной диагностики в ядерной медицине» выполнена на весьма высоком научном уровне, заслуживает самой высокой оценки и является несомненным вкладом в развитие методов экспериментальной физики. Разработанный и созданный в ходе выполнения диссертационной работы медицинский гамма-зонд способен восполнить потребность российских медицинских учреждений в доступном современном оборудовании для радиоизотопной диагностики. Кроме этого, лежащий в основе Гамма-локатора компактный детектор гамма-квантов с высоким энергетическим разрешением может быть с успехом использован в физических экспериментах, например, в экспериментах в физике высоких энергий и астрофизике частиц, а также в таких практических областях применения, как неразрушающий контроль и мониторинг радиационной безопасности.

Все научные положения и выводы, сформулированные в диссертации, являются актуальными, обоснованными и достоверными. Результаты работы докладывались на международных и российских конференциях; основные результаты работы опубликованы в 8 статьях, в том числе 5 из них в журналах из перечня, рекомендованного ВАК.

Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Диссертационная работа «Сцинтилляционный гамма-зонд для радионуклидной диагностики в ядерной медицине» отвечает всем требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Бердникова Анастасия Константиновна, безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 - Приборы и методы экспериментальной физики.

Официальный оппонент

Лубсандоржиев Баярто Константинович,

доктор физико-математических наук,

ведущий научный сотрудник Отдела экспериментальной физики

Лаборатории гамма-астрономии и

реакторных нейтрино.

Б.К. Лубсандоржиев

18.11.16

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт ядерных исследований Российской академии наук.

117312, Москва, В-312, проспект 60-летия октября, 7а

Тел.: Моб.: 8 (916) 148-38-48, раб.: 8 (499) 135-40-63

Email: lubsand@rambler.ru

Подпись Б.К. Лубсандоржиева удостоверяю.

Ученый секретарь ИЯИ РАН

А.Д.Селидовкин

