

## **Отзыв официального оппонента**

на диссертацию **Самойловой Марии Андреевны «Формирование гамма-изображений радиоактивных объектов с помощью сканера с антиколлиматором»**, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности **01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики**.

### **Актуальность темы диссертации**

Разработка новых методов визуализации источников гамма-излучения является одним из актуальных и быстроразвивающихся направлений ядерного приборостроения. Современные прикладные ядерные технологии, в которых применяются источники ионизирующих излучений и технологии ядерных энергетических установок требуют повышения мобильности, точности и практичности разрабатываемых устройств для локализации источников. Основным требованием к таким приборам может выступать повышение уровня безопасности при проведении работ по обнаружению загрязнений. Актуальность исследования также подтверждается ростом числа отечественных и зарубежных публикаций по теме визуализации источников гамма-излучения. В диссертации представлены методы получения гамма-изображений и основные технические решения для создания сканера с антиколлиматром.

### **Новизна представленной работы**

В работе продемонстрирован новый метод визуализации источников гамма-излучения. Особую ценность представляет оценка возможности применения данной методики при создании мобильных устройств локализации и визуализации источников излучений.

**Достоверность и обоснованность основных результатов** и выводов работы обеспечиваются надежностью экспериментальных методов исследования, комплексностью подхода, и отсутствием противоречий в интерпретации результатов.

### **Теоретическая и практическая значимость полученных результатов**

Предлагаемая в работе методика обследования радиационно-загрязненных помещений может не только повысить мобильность установки и сократить время обследования, но также сократить стоимость изготовления системы визуализации и обеспечить безопасность проведения измерений за счет сокращения времени измерений. Полученные в работе результаты могут применяться для оптимизации процесса локализации источников гамма-излучения на практике.

## Основные результаты и положительные стороны работы

В результате выполнения работы разработан и реализован метод визуализации гамма-изображений при использовании сканирования с антиколлиматором. Предложенный метод локализации источника позволяет создать мобильное устройство для определения местоположения источника с угловым разрешением  $5^{\circ}$ . Дополнительная обработка изображения позволяет идентифицировать радионуклидный состав загрязнения

Диссертация представлена в трех главах.

**В первой главе** рассмотрены методы визуализации излучений и приведены примеры применения метода антиколлимации.

**Во второй главе** подробно описаны детали разработки сканера с антиколлиматором. Особое внимание уделено выбору гамма- спектрометра для дальнейшей идентификации радионуклида и получению аппаратной функции, которая в дальнейшем является ключевой функцией при восстановлении изображения. Интерес представляет так же выбор и реализация технических средств для обеспечения возможности получения изображений: поворотное устройство, программа управления и видеокамера.

**В третьей главе** описаны модельные и реальные эксперименты по визуализации точечного и распределенного источников, оценивается влияние боковой подсветки, оцениваются возможности прибора при мультинуклидном загрязнении, оценивается угловое разрешение. Важно и полезно для оценки прибора приведенные результаты полевых измерений.

**В заключении** приводятся характеристики созданного на основе разработанных решений гамма- сканера: энергетическое разрешение 12,1 % для энергии 661 кэВ, точность позиционирования сканирующей головки-  $1,5^{\circ}$ . Сделан вывод о возможности визуализации источника при 10-кратном превышении значения фона.

При оценке диссертационной работы следует сделать следующие **замечания**:

1. Одним из важных понятий для восстановления информации по результатам измерения является аппаратная функция прибора. К сожалению, в работе не дано четкое определение аппаратной функции и на разных рисунках в диссертации используются разные обозначения для аппаратной функции (рис. 45- обозначение F, рисунок 46- нет обозначений, рисунок 48- скорость счета, рисунок 49 : 1-F). Для хорошего понимания текста диссертации и понимания методов восстановления, а также понимания критериев выбора технических решений по аппаратной функции необходимо унифицировать подход к описанию её.
2. При сравнении аппаратных и модельных функций на странице 69 более эффективно привести обе функции на одном рисунке.
3. При выборе технического решения по применению SiPM было бы полезно привести анализ зависимости энергетического разрешения и светосбора от количества SiPM и геометрии их размещения.

4. При описании результатов измерений (например, на стр. 93- измерения МАЭД) не всегда приводятся погрешности измерений.
5. При оценке углового разрешения  $5^0$  необходимо детально определить условия измерения, в которых это угловое разрешение достигается.

Высказанные замечания не снижают научной ценности диссертационной работы Самойловой М.А., не влияют на ее общую положительную оценку и носят рекомендательный характер. Полученные в диссертации результаты являются новыми и представляют несомненный научный интерес. Диссертация Самойловой М.А. является законченной научно- квалификационной работой.

Диссертационная работа Самойловой М.А. «Формирование гамма-изображений радиоактивных объектов с помощью сканера с антиколлиматором» выполнена на высоком научном уровне и является завершенным научно- квалификационным исследованием, развивающим актуальное научное направление. Проведенные исследования и полученные результаты полностью удовлетворяют требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденных постановлением Правительства №842 от 29.09.2013г. , предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01- приборы и методы экспериментальной физики, и автор диссертации Самойлова Мария Андреевна заслуживает присуждения степени кандидата физико- математических наук.

Официальный оппонент

Рябева Елена Васильевна

кандидат физико- математических наук,  
доцент, доцент кафедры прикладной ядерной физики,  
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
заместитель директора института физико- технических интеллектуальных систем НИЯУ  
МИФИ

115 409 Москва, Каширское шоссе, 31

Рабочий e-mail, рабочий телефон:

EVRyabeva@mephi.ru;

7(495) 788 56 99 доб. 9142

14 июня 2022 г.

Рябева Елена Васильевна

Уч. степень: кандидат физико- математических наук

**Шифр и наименование специальности оппонента**, по которой защищена диссертация:  
-01.04.01. Приборы и методы экспериментальной физики

**Список основных публикаций по теме оппонируемой диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:**

1. Ryabeva E.V., Molodtsev D.A.,Urupa I.V.,Ibragimov R.F., Gaganov V.V.,Lupar E.E.,Vershinin I.S.,Savin D.I. EJ-276 based neutron spectrometer with neutron–gamma pulse shape discrimination capability. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, 2022 Vol. 1034
2. Ryabeva E.V., Urupa I.V., Lupar E.E., Kadilin V.V., Skotnikova A.V., Kokorev Y.A., Ibragimov R.F. Calibration of EJ-276 plastic scintillator for neutron pulse shape discrimination experiments, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment. 2021. Т. 1010. С. 165495
3. Юрков Д.И., Микеров В.И., Рябева Е.В., Идалов В.А., Ибрагимов Р.Ф., Урупа И.В. Обеспечение безопасной работы генераторов нейтронного излучения в вузе. Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2020. № 3. с. 160-168 .
4. Рябева Е.В., Кадилин В.В., Идалов В.А. Применение сцинтилляционных детекторов нейтронов в радиационных мониторах при замене гелиевых счетчиков, Атомная энергия. 2019. Т. 127. № 1. с. 43-47
5. Ибрагимов Р.Ф., Кокорев Я.А., Денисенко А.П., Рябева Е.В., Самосадный В.Т., Хаснауи Х. Экспериментальное определение наведенной активности в образцах активационных детекторов сложной геометрической формы, Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2020. № 2. с. 156-167
6. Ryabeva E., Urupa I., Lupar E., Kadilin V., Skotnikova A., Kokorev Ya. Development of a facility for fast neutron spectrometry using a plastic scintillator EJ-276 with PSD capability, В книге: NUCLEUS - 2020. Nuclear physics and elementary particle physics. Nuclear physics technologies. LXX International conference : book of Abstracts. NRC «Kurchatov Institute»; Saint Petersburg State University; Joint Institute for Nuclear Research. Saint Petersburg, 2020. с. 412.
7. Рябева Е.В., Идалов В.А., Минлигареев В.Т., Кравченко В.Л. Контроль дозы и спектра нейтронов на высотах авиаперелетов, Гелиогеофизические исследования. 2020. № 25. с. 37-44.

8. Ryabeva E.V., Kadilin V.V., Dedenko G.L., Neutron detector based on polystyrene and cadmium layers, *Journal of Physics: Conference Series*. 2017. Т. 798. № 1. с. 012178
9. Aksenova A.S., Ryabeva E.V., Samosadnyi V.T., Altuhov A.A., Feshchenko V.S., Shepelev V.A., Chernyaev A.P. The investigation of boron-doped diamond absorbance spectrum *Journal of Physics: Conference Series*. 2017. Т. 798. № 1. с. 012149.
10. Kolesnikov S.V., Ryabeva E.V., Samosadny V.T. Characteristics of detectors for prevention of nuclear radiation terrorism, *Journal of Physics: Conference Series*. 2017. Т. 798. № 1. с. 012148.
11. Ibragimov R., Ponomareva P., Ryabeva E., Tyurin E., Urupa I. Neutron spectra unfolding in neutron energy range from 0.1 to 15 Mev from diamond radiation detector response, В книге: NUCLEUS - 2020. Nuclear physics and elementary particle physics. Nuclear physics technologies. LXX International conference : book of Abstracts. NRC «Kurchatov Institute»; Saint Petersburg State University; Joint Institute for Nuclear Research. Saint Petersburg, 2020. с. 414.