

№ _____

На _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
Федерального государственного
унитарного предприятия
«Всероссийский научно-
исследовательский институт физико-
технических и радиотехнических
измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»),
д.т.н., профессор



С.И. Донченко

04 2025 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Жукова Григория Васильевича
«Метрологическое обеспечение измерений активности гамма-излучающих
радионуклидов», представленной на соискание учёной степени кандидата
технических наук по специальности 2.2.10. – Метрология и метрологическое
обеспечение

На основании анализа поступивших на отзыв диссертации и автореферата
диссертации Жукова Г.В. сделаны следующие заключения и выводы.

Актуальность для науки и практики

Диссертационная работа Жукова Г.В. посвящена обеспечению единства
измерений в области измерений активности гамма-излучающих радионуклидов.
Необходимость в повышении точности измерений активности радионуклидов не
вызывает сомнений. Определение активности гамма-излучающих радионуклидов
осуществляют с помощью гамма-спектрометров. В Государственном реестре средств
измерений зарегистрировано около 200 типов гамма-спектрометров, которые
применяются в атомной промышленности, в медицине при диагностике и лечении
онкологических заболеваний с помощью радиофармпрепаратов, для мониторинга
радиационной обстановки и контроля пищевых продуктов, поступающих в том
числе и с территорий, загрязнённых в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Полученные Жуковым Г.В. результаты диссертационного исследования
позволили уменьшить относительную расширенную неопределённость

воспроизведения и передачи единицы активности гамма-излучающих радионуклидов для точечных радионуклидных источников фотонного излучения от ГЭТ 6-2016 средствами измерений (гамма-спектрометрам и радиометрам), что повысило точность гамма-спектрометрических измерений. Внедрение полученных в ходе диссертационной работы результатов позволило обеспечить потребности метрологических центров, калибровочных, поверочных и испытательных лабораторий во вторичных эталонах – радионуклидных источниках фотонного излучения. Результаты исследований, полученные Жуковым Г.В., создают потенциал для развития методической базы в области измерений активности гамма-излучающих радионуклидов.

Оценка структуры и содержания работы

Диссертационная работа состоит из пяти глав, введения, заключения, списка сокращений, приложений и списка литературы, включающего 92 библиографические ссылки. Общий объём работы составляет 131 страницу машинописного текста, включая 49 рисунков, 43 таблицы. Представленные материалы в полной мере характеризуют результаты исследования. Порядок изложения материала логичен и последователен, применяемая терминология, в основном, соответствует общепринятой. Объём использованных литературных источников обеспечивает необходимую глубину анализа рассматриваемой научной проблемы. При использовании результатов работ других авторов в тексте диссертации приведены соответствующие ссылки и цитирования. Автореферат диссертации соответствует содержанию исследования, его теоретической и экспериментальной составляющей по основным научным положениям.

Степень обоснованности и достоверности научных результатов

Обоснованность научных положений и выводов, а также достоверность результатов исследования, подтверждаются корректной инструментальной реализацией метода $4\pi\gamma$ -счёта при разработке и определении метрологических характеристик вторичных эталонов – точечных радионуклидных источников фотонного излучения, а также подтверждением степени эквивалентности Государственного первичного эталона ГЭТ 6-2016 эталонам национальных метрологических институтов других государств в рамках международных ключевых сличений, публикациями результатов измерений в ведущих научных рецензируемых изданиях и их апробации на международных научных конференциях.

Новизна основных научных результатов и их значимость для науки и производства

Автором получены следующие основные результаты:

- разработаны принципы совершенствования воспроизведения и передачи единицы активности гамма-излучающих радионуклидов за счёт совместного применения точечных радионуклидных источников фотонного излучения, метода $4\pi\gamma$ -счёта и метода численного моделирования Монте-Карло, а также учёта мёртвого времени за счёт цифровой обработки сигнала, позволяющего увеличить диапазон воспроизведения единицы активности гамма-излучающих радионуклидов;

- разработана физико-математическая модель, реализующая разработанные принципы совершенствования воспроизведения и передачи единицы активности гамма-излучающих радионуклидов для точечных радионуклидных источников фотонного излучения;

- разработаны принципы доказательства эквивалентности воспроизведения активности гамма-излучающих радионуклидов различными методами, реализуемыми в ГЭТ 6-2016, посредством сличения установок с подтверждёнными в международных ключевых сличениях измерительными возможностями.

Научные результаты и выводы, сформулированные в диссертационной работе, внедрены в деятельность ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева».

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования

Полученные результаты и выводы могут быть рекомендованы к внедрению и использованию в метрологических институтах, региональных центрах метрологии и стандартизации, а также организациях и лабораториях, занимающихся поверкой рабочих эталонов 1-го и 2-го разряда – точечных радионуклидных источников фотонного излучения, поверкой и калибровкой гамма-спектрометров, разработкой новых методик измерений активности гамма-излучающих радионуклидов.

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности

По поставленным целям, задачам и содержанию исследований диссертационная работа Жукова Г.В. соответствует паспорту научной специальности 2.2.10 «Метрология и метрологическое обеспечение» по направлениям 5 «Совершенствование системы обеспечения единства измерений и метрологической инфраструктуры страны» и 7 «Разработка и внедрение новых государственных эталонов единиц измерений величин, позволяющих существенно повысить единство и точность измерений».

Полнота опубликованных результатов работ

Материалы диссертационного исследования опубликованы в 6 печатных работах, в том числе, 5 статей опубликованы в ведущих научных журналах, рекомендованных ВАК, из них 1 без соавторов.

Личное участие автора в получении результатов диссертации

Автором самостоятельно проведен анализ состояния метрологического обеспечения измерений активности гамма-излучающих радионуклидов в точечной геометрии спектрометрическим методом, в том числе:

проведен анализ неопределённости измерений активности гамма-излучающих радионуклидов и схемы передачи единицы активности гамма-излучающих радионуклидов от государственного первичного эталона ГЭТ 6-2016 радиометрам (гамма-спектрометрам);

выполнен обзор состояния эталонной базы единицы активности гамма-излучающих радионуклидов и проведен анализ метрологических характеристик существующих эталонов, а также калибровочных и измерительных возможностей

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» и зарубежных национальных метрологических институтов в области измерений активности радионуклидов в точечных источниках фотонного излучения;

проведено научное обоснование применимости метода $4\pi\gamma$ -счёта, реализованного на установке УЭА-7 в составе ГЭТ 6-2016, для воспроизведения активности радионуклидов в точечных источниках фотонного излучения и выполнено его совершенствование, позволившее уменьшить неопределённость измерений активности радионуклидов и увеличить верхний диапазон измерений;

разработаны основные положения методики измерений активности радионуклидов методом $4\pi\gamma$ -счёта;

разработаны счётные образцы и лично проведены экспериментальные исследования с составлением бюджета неопределённости измерений активности радионуклидов, оцениванием относительного суммарного СКО и доверительных границ относительной погрешности;

разработана методика измерений активности радионуклидов в точечных радионуклидных источниках фотонного излучения методом $4\pi\gamma$ -счёта;

разработаны и реализованы принципы доказательства эквивалентности воспроизведения активности гамма-излучающих радионуклидов методами $4\pi\gamma$ -счёта, $4\pi\beta$ - γ -совпадений, $4\pi\alpha$ - γ -совпадений, $4\pi\beta$ -счёта, КХ- γ -совпадений, реализуемыми в ГЭТ 6-2016, посредством сличения установок с подтверждёнными в международных ключевых сличениях измерительными возможностями;

проведен выбор радионуклидов для создания вторичного эталона - точечных радионуклидных источников фотонного излучения;

проведены испытания и определены метрологические характеристики вторичного эталона единицы активности радионуклидов – точечных радионуклидных источников фотонного излучения типа ОСГИ-РТ (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 74005-19).

Представленные в работе исследования достоверны, выводы и рекомендации обоснованы.

Общие замечания и рекомендации

В диссертационной работе наряду с уменьшением расширенной неопределённости воспроизведения и передачи единицы активности гамма-излучающих радионуклидов выполнены работы по расширению верхней границы диапазона измерений, однако это не указано в цели диссертационной работы.

При рассмотрении и анализе основных параметров гамма-спектрометров не упоминается такая важная характеристика как интегральная нелинейность гамма-спектрометров.

Также не рассмотрен еще один класс гамма-детекторов, в котором в качестве рабочего вещества используется сжатый ксенон. С точки зрения энергетического разрешения он занимает промежуточное положение между полупроводниковыми и сцинтилляционными детекторами и обеспечивает разрешение порядка (13-16) кэВ.

Заключение

Диссертационная работа Жукова Григория Васильевича «Метрологическое обеспечение измерений активности гамма-излучающих радионуклидов», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.10 «Метрология и метрологическое обеспечение», является завершённой работой, удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор достоин присуждения ему учёной степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа Жукова Григория Васильевича и отзыв ведущей организации обсуждены на заседании секции № 4 Ученого совета ФГУП «ВНИИФТРИ» при НИО-4 (протокол № 7 от 26 июня 2025 г.).

Отзыв составил:

Заместитель начальника НИО-4 по научной работе,
ФГУП «ВНИИФТРИ»,
кандидат технических наук по специальности 2.2.10
– метрология и метрологическое обеспечение
koi@vniiftri.ru



Коваленко
Олег Иванович

Подпись Коваленко О.И. удостоверяю:
Начальник отдела кадров ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.А. Лобова

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

141570, Московская область, г. Солнечногорск, п/о Менделеево

№ _____
На _____ от _____

Сведения о ведущей организации

по диссертационной работе Жукова Григория Васильевича
«Метрологическое обеспечение измерений активности гамма-излучающих
радионуклидов», представленной в диссертационный совет 32.1.001.01 при
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 2.2.10 – Метрология и
метрологическое обеспечение (технические науки)

Полное наименование организации:	Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно- исследовательский институт физико- технических и радиотехнических измерений»
Сокращенное наименование организации:	ФГУП «ВНИИФТРИ»
Место нахождения:	Московская область, г. Солнечногорск, рабочий поселок Менделеево, промзона ФГУП ВНИИФТРИ, корпус 11
Почтовый адрес:	141570, Московская область, г. Солнечногорск, п/о Менделеево
Телефон:	+7 (495) 526 6363
Факс:	+7 (495) 660 0092
Адрес электронной почты:	office@vniiftri.ru
Адрес официального сайта организации:	https://www.vniiftri.ru/

Список основных публикаций работников ведущей организации по теме диссертации:

1. T.P. Berlyand, N.G. Tonkikh, Ensuring traceability of measurements of the activity of photonic, alpha-, beta-emitting radionuclides by spectrometric and radiometric methods, Journal of Physics: Conference Series, 2192 (2022) 012024. DOI: 10.1088/1742-6596/2192/1/012024
2. V.G. D'yachkova, M.D. Kraynova, The capabilities of FSUE "VNIIFTRI" for the manufacture of measures of radionuclide activity with various geometries and matrix materials to ensure traceability of measurements of radionuclide activity

- (alpha-, beta-, gamma-radiation), Journal of Physics: Conference Series, 2192 (2022) 012025. DOI: 10.1088/1742-6596/2192/1/012025
3. S. G. Biryukov, O. I. Kovalenko, and A. A. Orlov, State Standards. GET 39-2021 State Primary Standard of Units of Volumetric Activity of Radioactive Aerosols, Radon, Thoron, and Radon Flux Density, Measurement Techniques, Vol. 65, No. 8, 2022, pp. 543-548. DOI: 10.1007/s11018-023-02118-8
 4. I.P. Raevski, S.P. Kubrin, A.A. Gusev, A.V. Pushkarev, N.M. Olekhovich, Y.V. Radyush, S.I. Raevskaya, V.V. Titov, A.Yu. Permiakov and M.A. Malitskaya, Tuning dielectric and magnetic properties of complex perovskites $PbB'_{1/2}B''_{1/2}O_3$ and solid solutions by varying the degree of compositional (chemical) ordering of B' and B'' ions, Ferroelectrics, Vol. 576, Issue 1, 2021, pp. 29–39. DOI: 10.1080/00150193.2021.1888257
 5. A.A. Gromov, A.P. Zhanzhora, and V.F. Shikalov, Certification of a specialized source of gamma radiation spatially combined with modeling reference field of neutron radiation, Measurement Techniques, Vol. 64, No. 3, June, 2021, pp. 244-249. DOI: 10.1007/s11018-021-01925-1
 6. V.V. Aleikin, S.G. Biryukov, O.I. Kovalenko, A.A. Orlov, and P.I. Solodskikh, GET 20-2014: State Primary Standard of Unit of Activity and Unit of Volume Activity of Nuclids in Beta-Active Gases, Measurement Techniques, Vol. 62, No. 10, January, 2020, pp. 849-854. DOI: 10.1007/s11018-020-01704-4
 7. Бирюков С.Г., Коваленко О.И., Орлов А.А. Состояние и перспективы развития эталонных средств воспроизведения единиц объёмной активности радона и торона и плотности потока радона с поверхности грунта. - Измерительная техника, № 1, 2020, с.68-72. DOI: 10.32446/0368-1025it.2020-1-69-73
 8. Тенишев В.П. Стандартные образцы поглощенной дозы: расширение динамического диапазона и улучшение точности измерений. – Эталон. Стандартные образцы, Т. 19, № 4, 2023, с.63-71. DOI: 10.20915/2077-1177-2023-19-4-63-71
 9. Федоров С.Г., Берлянд А.В., Берлянд В.А., Дьяченко В.М., Коваленко О.И. Государственный первичный эталон единиц поглощённой дозы, мощности поглощённой дозы, амбиентного и индивидуального эквивалентов дозы, мощностей амбиентного и индивидуального эквивалентов дозы нейтронного излучения ГЭТ 117-2023. Измерительная техника. 2024 (10), с.4-12. DOI: 10.32446/0368-1025it.2024-10-4-12
 10. V.D. Sevast'yanov, A.V. Yanushevich, O.I. Kovalenko, and R.M. Shibaev, Updated State Primary Special Standard of Units of Neutron Flux Density and Neutron Fluence for Nuclear-Physics Facilities, Atomic Energy, Vol. 127, No. 4, 2020, pp. 237–243. DOI: 10.1007/s10512-020-00616-4
 11. R.M. Shibaev, Analysis and improvement of the method for constructing a functional dependence used in testing instruments for measuring neutron flux density as part of systems for monitoring the parameters of reactor installations to determine their metrological characteristics, Preface: III International Conference on Advances in Science, Engineering and Digital Education (ASEDU-III 2022), *AIP Conf. Proc.* 2969, 010001 (2024). DOI: 10.1063/12.0021766