



ВНИИМ

им. Д.И. Менделеева

**Федеральное государственное унитарное
предприятие «Всероссийский научно-
исследовательский институт
метрологии им. Д.И. Менделеева»**

Московский пр., д. 19, Санкт-Петербург, 190005
Тел.: (812) 251-76-01, факс: (812) 713-01-14
e-mail: info@vniim.ru | www.vniim.ru
ИНН 7809022120, КПП 783901001, ОКПО 02566450
ОГРН 1027810219007, ОКТМО 40305000000,
ОКОПФ 65241, ОКОГУ 1323565, ОКФС 12

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
Федерального государственного
унитарного предприятия «Всероссийский
научно-исследовательский институт
метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

 А.Н. Пронин

«09» _____ 2026 г.

_____ № _____

на № _____ от _____

Отзыв ведущей организации

на диссертацию Берлянда Александра Владимировича «Совершенствование системы обеспечения единства измерений поглощенной дозы рентгеновского, протонного, ионного излучений и энергии, флюенса и плотности потока тяжелых заряженных частиц», представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 2.2.10 – Метрология и метрологическое обеспечение

На основании анализа поступивших на отзыв диссертации и автореферата диссертации Берлянда А.В. сделаны следующие заключения и выводы.

Актуальность для науки и практики

Диссертационная работа посвящена решению научно-технической проблемы – созданию и совершенствованию эталонной базы для обеспечения единства измерений величин в области ионизирующих излучений.

Актуальность исследования для науки обусловлена необходимостью фундаментального метрологического обеспечения процессов взаимодействия высокоэнергетичных протонов, тяжелых заряженных частиц (ТЗЧ) и низкоэнергетического рентгеновского излучения с веществом. Разработанные соискателем аппаратурно-методические комплексы, включая калориметрические и ионометрические методы, позволяют существенно снизить неопределенности дозиметрических измерений, формируя надежную базу для передовых исследований в радиобиологии и ядерной физике.

Практическая значимость работы имеет важный характер. Внедрение результатов диссертации, включая усовершенствованный ГЭТ 38-2024, важно для отечественной высокотехнологической медицины. Снижение погрешности дозиметрии в адронной терапии, брахитерапии и низкоэнергетической рентгенотерапии напрямую повышает конформность облучения опухолей и радиационную безопасность пациентов. Кроме того, высокоточное экспериментальное определение параметров пучков ТЗЧ необходимо для достоверных испытаний электронной компонентной базы (ЭКБ) на радиационную стойкость, что является залогом эксплуатационной надежности аэрокосмической техники. Представленная работа своевременна и полностью отвечает приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации.



ВНИИМ

им. Д.И. Менделеева

Оценка структуры и содержания работы

Представленная к защите диссертация изложена на 381 странице. Работа включает введение, семь глав, заключение, 6 приложений и библиографический список из 282 наименований. Доказательность и наглядность излагаемых научных положений обеспечивается графическим и справочным материалом: в тексте приведено 102 рисунка и 33 таблицы.

Архитектура исследования выстроена логично, позволяя последовательно проследить путь от постановки метрологической проблемы до практического создания и испытаний эталонных аппаратурных комплексов. Глубокая проработка темы подтверждается масштабным аналитическим обзором профильных отечественных и зарубежных источников, при этом все заимствования оформлены предельно корректно, с соблюдением правил академического цитирования.

Степень обоснованности и достоверности научных результатов

Обоснованность научных положений и выводов, а также достоверность результатов исследования подтверждаются фундаментальным подходом к решению поставленных задач, включающим комплексное применение аналитических методов, прецизионных экспериментальных исследований и современного численного моделирования методами Монте-Карло. Достоверность полученных данных базируется на корректной инструментальной реализации калориметрических и ионометрических методов на базе Государственного первичного эталона ГЭТ 38-2024. Результаты экспериментов, проведенных на современных ускорительных комплексах (включая протонный комплекс «Прометеус» и циклотрон У-400-Н), демонстрируют высокую сходимость с теоретическими расчетами. Научные положения апробированы на профильных международных и всероссийских конференциях и опубликованы в ведущих рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базах Web of Science и Scopus.

Новизна основных научных результатов и их значимость для науки и производства

Автором получены следующие основные результаты, обладающие научной новизной:

Впервые установленные зависимости эффектов в первичных преобразователях от вида и энергии излучения позволили определить оптимальные параметры конструкций адиабатических калориметров и калориметров полного поглощения, цилиндров Фарадея и ионизационных камер и значения поправочных коэффициентов, учитывающих влияние этих эффектов;

Впервые в Российской Федерации на уровне государственного первичного эталона получен метрологически прослеживаемый набор экспериментальных соотношений «энергия–пробег» для протонов и тяжёлых ионов в материалах клинко-технологического назначения (вода, графит и др.), с полным бюджетом неопределённости;

Впервые на государственном первичном эталоне проведены исследования и оценка составляющих бюджета неопределённости измерений энергии, флюенса и плотности потока ТЗЧ;

Предложена, обоснована и реализована структура усовершенствованного ГЭТ 38, обеспечивающего воспроизведение, хранение и передачу единиц поглощенной дозы, энергии, флюенса и плотности потока ТЗЧ.

Значимость результатов для производства носит стратегический характер. Внедрение разработанных аппаратурно-методических комплексов кардинально повышает точность передачи единиц величин клиническим дозиметрам для рентгеновской, протонной, ионной терапии и брахитерапии, что критически важно для качества лечения онкологических заболеваний. Кроме того, созданная база обеспечивает достоверный контроль параметров пучков ТЗЧ при испытаниях электронной компонентной базы (ЭКБ) на радиационную стойкость для аэрокосмической отрасли.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационного исследования

Полученные результаты и разработанные методики рекомендуются к широкому внедрению в деятельность национальных метрологических институтов, государственных региональных центров стандартизации, метрологии и испытаний, в практику онкологических центров и радиологических клиник, применяющих методы высокотехнологичной лучевой терапии. Также результаты важны для испытательных центров и лабораторий Государственных корпораций «Роскосмос» и «Росатом», специализирующихся на оценке радиационной стойкости ЭКБ космического и специального назначения.

Соответствие содержания диссертации паспорту специальности

По поставленным целям, задачам и содержанию исследований диссертационная работа Берлянда А.В. соответствует паспорту научной специальности 2.2.10 «Метрология и метрологическое обеспечение» (технические науки), в частности направлениям: пункт 5 «Совершенствование системы обеспечения единства измерений и метрологической инфраструктуры страны», пункт 7 «Разработка и внедрение новых государственных эталонов единиц измерений величин, позволяющих существенно повысить единство и точность измерений» и пункт 2 «Разработка новых и совершенствование существующих методов и средств измерений».

Полнота опубликованных результатов работ

Материалы диссертационного исследования изложены полно. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, в том числе 13 статей в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России (7 проиндексированы в международной базе Web of Science и 6 в Scopus). Получено одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Личное участие автора в получении результатов диссертации

Все научные положения, выносимые на защиту, и результаты, составляющие основу диссертации, получены автором лично или при его определяющем участии в качестве руководителя исследований. Автором лично сформулирована проблематика, поставлены цели и задачи, разработаны конструкции уникальных первичных преобразователей (графитовые калориметры, экстраполяционная камера, цилиндры Фарадея, устройства переменной толщины поглотителя). Автор принимал непосредственное участие в сборке, монтаже и экспериментальных исследованиях на ускорительных комплексах, провел массив вычислений методами Монте-Карло, разработал алгоритмы перехода к поглощенной дозе в воде и осуществил детальный расчет бюджетов неопределенностей. Вклад автора в разработку государственных поверочных схем и совершенствование ГЭТ 38 является первостепенным.

Замечания и рекомендации

При описании радиационного и электрического подходов оценки достоверности показаний цилиндра Фарадея при измерении флюенса и плотности потока тяжёлых заряженных частиц в тексте диссертации не приведены экспериментальные исследования метрологических характеристик созданных первичных преобразователей с детализацией промежуточных результатов измерений.

В диссертационной работе не приведено описание передачи единиц величин от государственного первичного эталона ГЭТ 38-2024 вторичным и рабочим эталонам.

Автору целесообразно подготовить предложения по разработке национального стандарта (или серии стандартов), регламентирующих методы калибровки клинических дозиметров в пучках протонов и ионов углерода по поглощенной дозе в воде.

Заключение

Диссертационная работа Берлянда Александра Владимировича на тему «Совершенствование системы обеспечения единства измерений поглощенной дозы рентгеновского, протонного, ионного излучений и энергии, флюенса и плотности потока тяжелых заряженных частиц», представленная на соискание ученой степени доктора 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 доктора технических наук.

Диссертационная работа Берлянда Александра Владимировича и отзыв ведущей организации обсуждены на заседании секции на заседании секции Ученого Совета ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» «Измерения ионизирующих излучений» (протокол № 1 от 31 августа 2026 г.).

Отзыв составили:

Председатель Секции Ученого Совета
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
«Измерения ионизирующих излучений»,
и.о. руководителя научно-исследовательского
отдела измерений ионизирующих излучений,
кандидат технических наук по специальности
2.2.10 – Метрология и метрологическое обеспечение


Г.В. Жуков

Главный научный сотрудник лаборатории
прецизионной физики и метрологии
простых атомных систем,
доктор физико-математических наук по специальности
01.04.16 – Физика атомного ядра и элементарных частиц


Ф.Ф. Карпешин

Подпись Григория Васильевича Жукова удостоверяю:
заместитель генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Н.Р. Вербицкая
М.П.

Подпись Федора Федоровича Карпешина удостоверяю:
заместитель генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Н.Р. Вербицкая
М.П.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)
190005, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19