

УТВЕРЖДАЮ  
проректор по научной работе МИЭТ  
д.т.н., профессор  
С.А. Гаврилов  
«23» декабря 2021 года



### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Национальный исследовательский университет  
«Московский институт электронной техники» по диссертационной работе  
Лысенко Александра Юрьевича

Диссертация Лысенко А.Ю. «Реконструкция пространственных распределений источников излучения в однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в рассеивающей среде» выполнена в Институте биомедицинских систем Национального исследовательского университета «МИЭТ».

В 2017 году Лысенко Александр Юрьевич окончил Национальный исследовательский университет «МИЭТ» по направлению подготовки 11.04.04 «Электроника и нанoeлектроника». В 2021 г. окончил очную аспирантуру по специальности 01.04.07 «Физика конденсированного состояния» при Национальном исследовательском университете «МИЭТ». Диплом об окончании аспирантуры №107724 6007331 выдан 03 июня 2021 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор, почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации Селищев Сергей Васильевич, НИУ МИЭТ, Институт биомедицинских систем, директор.



По итогам обсуждения принято следующее заключение.

### **Оценка выполненной работы**

В диссертации исследована проблема реконструкции пространственных распределений источников излучений в однофотонной эмиссионной компьютерной томографии с учётом рассеяния излучения в среде. Разработан метод получения эмиссионных томограмм с учётом рассеяния излучения в рассеивающей среде.

Предложено точное аналитическое решение уравнения переноса излучения в рассеивающей среде со свойством "рассеяние прямо назад", а также точное решение обратной томографической задачи. Реконструкция эмиссионных томограмм разработанным методом осуществлялась на основе проекционных данных, полученных как с помощью аналитического решения уравнения переноса излучения, так и с помощью ядерно-физического комплекса Geant4, позволяющего учесть все основные особенности взаимодействия излучения с веществом. В обоих случаях проведено сравнение разработанного метода реконструкции пространственных распределений источников излучения с традиционным методом реконструкции, используемых в серийных однофотонных эмиссионных томографах. Исследовано влияние рассеяния излучения на точность реконструкции эмиссионных томограмм для различных рассеивающих сред при различных конфигурациях объекта и томографа.

### **Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации**

В диссертации Лысенко А.Ю. представлены результаты работы, выполненные им лично в Институте биомедицинских систем МИЭТ в период с 2014 по 2021 гг., включая разработку метода реконструкции пространственных распределений источников излучения, проведение численных экспериментов и оценку эффективности разработанного метода. Автор диссертации принимал непосредственное участие в постановке задач в соответствии с целями исследований, их решении и обсуждении полученных результатов.

**Степень достоверности результатов проведённых исследований** обеспечена их согласованностью с данными научных публикаций, соответствием с



твёрдо установленным научным фактам, хорошей воспроизводимостью и использованием признанных методов исследования. Численное моделирование траекторий гамма-квантов в рассеивающей среде проведено с помощью открытого программного обеспечения (ядерно-физического комплекса Geant4, разрабатываемого в ЦЕРН более 20 лет и проходящем верификацию каждые пять лет).

### **Научная новизна результатов исследования**

В диссертационной работе получено точное аналитическое решение уравнения переноса излучения для однородной рассеивающей среды со свойством "рассеяние прямо назад" и точное аналитическое решение обратной томографической задачи для однородной рассеивающей среды со свойством "рассеяние прямо назад". На основе полученных решений были разработаны алгоритмы и программы расчёта показаний детектора для однородной рассеивающей среды с индикатрисой рассеяния "рассеяние прямо назад" и для реальной однородной среды с помощью ядерно-физического комплекса Geant4, и алгоритм и программа численной реконструкции эмиссионных томограмм в однородной рассеивающей среде с учётом процесса рассеяния излучения. С их помощью была установлена зависимость точности реконструкции пространственных распределений источников излучения от различных веществ рассеивающих сред и геометрических параметров исследуемого объекта. Полученные результаты могут быть использованы при исследовании влияния рассеяния излучения на реконструкцию пространственных распределений источников излучения в рассеивающей среде.

### **Практическая значимость**

Полученные результаты могут быть использованы для усовершенствования существующих алгоритмов реконструкции изображений в однофотонной эмиссионной компьютерной томографии, а также для улучшения точности реконструкции пространственных распределений источников излучения в рассеивающей среде.



### **Ценность научных работ соискателя, полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем**

Основные научные положения и результаты диссертационной работы были опубликованы в 14 печатных работах, в том числе в 6 статьях в рецензируемых журналах, включённых в перечень ВАК, а также в 8 докладах в сборниках трудов конференций. Кроме этого, результаты работы представлены и обсуждены на 12 международных и российских конференциях: 12th, 13th, 14th Russian-German Conference on Biomedical Engineering (Russia, Suzdal, 2016; German, Aachen 2018; Russia, Saint-Peterburg 2019); 2017, 2018, 2019, 2020, 2021 IEEE Russia Section Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering Conference «ElConRus» (Russia, Moscow, 2017; 2018; 2019; 2020; 2021); 24, 25, 26, 27 Всероссийская межвузовская научно-техническая конференции студентов и аспирантов «Микроэлектроника и информатика» (Россия, Москва, 2017; 2018; 2019; 2020).

Работы по теме диссертации осуществлялись в рамках соглашения Министерства науки и образования Российской Федерации №14.584.21.0021 и гранта РФФИ для победителей «Конкурса на лучшие проекты фундаментальных научных исследований, выполняемые молодыми учеными, обучающимися в аспирантуре («Аспиранты»)» (№ 19-32-90049 от 23.08.2019).

### **Научная специальность, которой соответствует диссертация**

Диссертация соответствует паспорту специальности 1.3.2. «Приборы и методы экспериментальной физики» в области физико-математических наук, поскольку разработанный новый метод томографического исследования рассеивающей среды, полученные результаты и положения, выносимые на защиту, соответствуют основе специальности, заключающейся в экспериментальных и теоретических исследованиях, направленных на разработку новых принципов и методов физических измерений, а также на создание новых приборов и устройств для изучения физических явлений и процессов.

Проведённое исследование соответствует следующим пунктам паспорта специальности 1.3.2. «Приборы и методы экспериментальной физики»: п.8. разработка методов математической обработки экспериментальных результатов. Моделирование физических явлений и процессов.



Текст диссертации проверен в системе «Антиплагиат». Оригинальность текста диссертации составила 82 %.

Институт БМС считает, что диссертация Лысенко Александра Юрьевича «Реконструкция пространственных распределений источников излучения в однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в рассеивающей среде» является законченным научным трудом, обладающим внутренним единством, и представляет собой самостоятельно выполненную автором научно-исследовательскую работу, в которой решена актуальная научная задача, имеющая значение для развития приборов и методов экспериментальной физики.

Диссертационная работа «Реконструкция пространственных распределений источников излучения в однофотонной эмиссионной компьютерной томографии в рассеивающей среде» Лысенко Александра Юрьевича соответствует требованиям ВАК и рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.2. «Приборы и методы экспериментальной физики».

Заключение принято на заседании учёного совета Института БМС. На заседании присутствовало 9 из 12 членов Совета. Результаты голосования: «за» – 9 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел. Протокол заседания № 17 от «20» декабря 2021 г.

Директор Института БМС,  
д.ф.-м.н., профессор



Селищев С.В.

Учёный секретарь Института БМС,  
к.ф.-м.н.



Савельев М.С.