

УТВЕРЖДАЮ

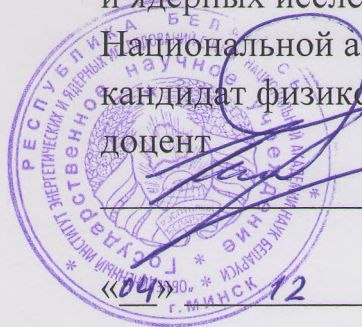
Генеральный директор

государственного научного учреждения

«Объединенный институт энергетических  
и ядерных исследований – Сосны»

Национальной академии наук Беларуси

кандидат физико-математических наук,  
доцент



А. В. Кузьмин

2025 г.

### ОТЗЫВ

оппонирующей организации о диссертации

Козловского Дениса Ивановича

«Методы и средства индивидуального распределения и контроля доз ионизирующего излучения для брахитерапии» по специальности 05.11.17 – приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки)

Экспертиза диссертации проводилась в соответствии с требованиями «Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь», утвержденного Указом Президента Республики Беларусь от 17.11.2004 № 560 (в ред. Указа Президента Республики Беларусь от 01.12.2011 № 561); и «Положения о совете по защите диссертаций», утвержденного постановлением Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 22.02.2005 № 19 (в ред. постановлений ВАК от 07.03.2007 №2, от 21.08.2007 № 5, от 08.06.2009 № 1, от 15.06.2015 № 1).

Диссертация Козловского Дениса Ивановича выполнена в учреждении образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета под научным руководством доктора технических наук, профессора Тарутина Игоря Германовича.

#### **1. Соответствие содержания диссертации заявленной специальности и отрасли науки**

Содержание диссертационной работы Козловского Д. И. «Методы и средства индивидуального распределения и контроля доз ионизирующего излучения для брахитерапии» соответствует пункту 3.1 паспорта специальности 05.11.17 – приборы, системы и изделия медицинского

назначения (технические науки) – разработка и создание приборов, систем и изделий медицинского назначения для диагностики и лечения человека, которые рассматриваются как средства восстановления нарушенной поливариантной системы, представление которой возможно математической, физико- и биотехнической, механической моделью, а также энергетической, физико-химической, химической, электрохимической моделью и т.д

Разработанные аппликаторы, фантом и методики являются законченными техническими решениями (медицинскими изделиями), направленными на совершенствование медицинских технологий.

## **2. Научный вклад соискателя в решение научной задачи с оценкой его значимости**

Тема диссертационного исследования Козловского Д. И. посвящена решению актуальной научно-технической проблемы в области лучевой терапии – повышению точности и безопасности брахитерапии за счет разработки новых методов и средств контроля дозиметрических параметров и доставки ионизирующего излучения.

Научный вклад соискателя заключается в следующем:

1. Установление количественных зависимостей и создание нового метода реконструкции аппликаторов.

Научная значимость: впервые экспериментально установлены зависимости между конструкцией аппликаторов и ошибками позиционирования источника.

Практическая ценность: разработан способ реконструкции траектории движения источника, позволяющий повысить точность дозового планирования на  $3,75 \pm 1,17 \%$ .

2. Разработка новых медицинских изделий для брахитерапии.

Научная значимость: изготовлены и клинически апробированы три типа аппликаторов с доказанными преимуществами:

- поверхностный аппликатор (сокращение времени процедуры облучения в четыре раза по сравнению с аппликатором «Leipzig»)

- аппликатор для области носа (разработанная модель в системе дозиметрического планирования лечения позволила сократить время дозиметрического планирования на 90 %).

- внутривлагалищный гинекологический аппликатор (его применение позволило увеличить охват мишени на 15,7 %)

Козловским Д. И. проведено системное исследование, устанавливающее количественные зависимости между точностью позиционирования источника излучения в аппликаторе и конечным дозовым распределением в мишени и критических органах. Значимость вклада заключается в переходе от

констатации проблемы к ее количественной оценке и разработке конкретных инструментов (методов и технических средств) для ее решения, что позволяет повысить контроль качества брахитерапии.

Результаты исследования Козловского Д.И. отражены в диссертации в виде положений научной новизны, которые аргументированы в защищаемых положениях диссертационного исследования.

### **3. Конкретные научные результаты (с указанием их новизны и практической значимости), за которые соискателю может быть присуждена искомая ученая степень**

Ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.11.17 приборы, системы и изделия медицинского назначения может быть присуждена Козловскому Д.И. за новые научно обоснованные результаты, включающие:

- установление новых экспериментальных зависимостей и разработку усовершенствованного метода реконструкции аппликаторов, основанного на построении траектории движения источника излучения, который позволил статистически значимо снизить погрешность расчета поглощенной дозы на  $3,75 \pm 1,17 \%$ ;

- разработку и клиническую апробацию новых медицинских изделий (аппликаторов) для брахитерапии, подтвердивших свою эффективность, применение которых позволило увеличить охват целевого объема предписанной дозой на 15,7 % и повысить поглощенную дозу на мишень на 16,1 Гр за счет использования дополнительных внутриматочных каналов аппликатора, сократить краевой отступ на 10 % за счет уменьшения толщины стенки поверхностного аппликатора у его основания;

- создание и внедрение специализированного фантома, который позволяет проводить комплексный контроль качества аппликаторов с погрешностью не более 1 %, за счет использования условий измерений, приближенных к клиническим.

Научная значимость результатов и основных научных положений диссертации заключается в следующем:

1. Вклад в фундаментальные проблемы дозиметрии брахитерапии: Работа дает количественную оценку погрешности позиционирования источника в канале аппликатора. Установленные зависимости между конструктивными параметрами аппликаторов и ошибками в расчете дозы имеют фундаментальное значение для физики брахитерапии, так как позволяют перейти от эмпирических наблюдений к прогнозируемым и управляемым моделям.



2. Предложенный способ реконструкции аппликатора на основе траектории движения источника представляет собой новый методологический подход к процессу планирования, повышающий его точность. Это вносит вклад в развитие метрологического обеспечения брахитерапии.

3. Разработанные аппликаторы основаны на новых принципах формирования дозного распределения, учитывающих анатомические особенности конкретных областей (нос, тело матки). Это развивает научное направление, связанное с персонализацией и оптимизацией лечебных процедур за счет целенаправленного инженерного проектирования.

4. Разработанный универсальный фантом и комплексная методика его использования задают новый, более высокий стандарт для процедур приемочного и периодического контроля аппликаторов, что имеет важное значение для стандартизации и повышения безопасности метода в целом.

#### **4. Рекомендации по практическому использованию результатов диссертации**

Результаты диссертационной работы имеют несомненную социальную направленность, а также практическую ценность и рекомендуются к внедрению, включая:

- разработанный способ реконструкции аппликаторов – для использования в клиниках при дозиметрическом планировании, особенно в отсутствии библиотечных моделей.

- комплекс разработанных аппликаторов – для широкого применения в онкологических учреждениях, проводящих процедуры поверхностной и внутрисполостной брахитерапии, для лечения новообразований кожи, носовой области и гинекологических злокачественных новообразований.

- универсальный фантом – для проведения приемосдаточных испытаний и регулярного контроля качества аппликаторов для брахитерапии.

#### **5. Замечания по диссертации.**

С точки зрения недостатков в работе можно отметить следующее.

В автореферате и тексте диссертации недостаточно четко выделен личный вклад автора, хотя в работе приводится описание новых разработанных методик, способов и технических средств для лучевой терапии и контроля параметров индивидуальных распределений доз на аппаратах брахитерапии.

В работе следовало бы представить отдельный раздел об обосновании достоверности полученных результатов.

Указанные замечания не изменяют сущности, научной значимости результатов исследований, так же сделанных на их основе выводов и рекомендаций.

### **1. Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует**

Диссертация Козловского Д.И. является квалификационной научной работой по специальности 05.11.17 приборы, системы и изделия медицинского назначения. Автореферат и публикации соответствуют содержанию диссертационной работы.

Диссертация Козловского Д.И. соответствует требованиям пункта 26 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий (в ред. Указа Президента Республики Беларусь от 02.06.2022 № 190). В работе приводятся ссылки с указанием авторов и источников, материалы которых использованы в диссертации. Приведены ссылки на собственные публикации и публикации в соавторстве, в которых содержатся результаты исследований и материалы, излагаемые в диссертации. Проведена оценка корректности использования заимствованных материалов. Высокие показатели оригинальности (82,37 %) и низкий уровень совпадений (2,37 %) соответствуют принятым нормам и подтверждают самостоятельность исследования. Выявленные заимствования в основном отнесены к допустимому самоцитированию.

Работа Козловского Д.И. соответствует уровню кандидатской диссертации и обладает теоретической новизной и практической значимостью. Объем и качество опубликованных материалов (26 работ, в т.ч. 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК, и 6 патентов) полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к соискателю ученой степени кандидата технических наук. На основе анализа содержания диссертационной работы, автореферата и публикаций Козловского Д.И., а также доклада и ответов на вопросы, можно заключить, что научная квалификация автора соответствует ученой степени кандидата технических наук.

Диссертационная работа Козловского Д. И. представляет собой самостоятельно выполненное законченное научное исследование и соответствует требованиям ВАК Республики Беларусь, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Козловский Денис Иванович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.17 – приборы, системы и изделия медицинского назначения.

Согласно приказу директора № 367 от 20.11.2025 г. отзыв заслушан и утвержден на заседании ученого совета 04 декабря 2025 года, протокол № 15, на котором соискатель Козловский Д.И. выступил с научным докладом и дал полные, исчерпывающие ответы на заданные научным сообществом вопросы.

На заседании присутствовали 2 докторов и 6 кандидатов, из них: 2 доктора, 3 кандидата технических наук и 3 кандидата физико-математических наук. Отзыв оппонировавшей организации после обсуждения принят открытым голосованием.

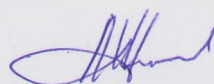
Результаты открытого голосования: «за» – 8, «против» – 0, «воздержались» – 0.

Председатель Ученого совета, кандидат  
физико-математических наук, доцент



А. В. Кузьмин

Ученый секретарь, кандидат  
биологических наук, доцент



Н. А. Маковская

Эксперт,  
Заведующий лабораторией,  
доктор технических наук, профессор

А. Г. Трифонов

