

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертационную работу
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

1 Соответствие содержания диссертации специальности и отрасли науки, по которым она представлена к защите

Проведенный анализ материалов диссертационного исследования позволяет сделать вывод о его полном соответствии технической отрасли наук и заявленной специальности 05.11.17 — «Приборы, системы и изделия медицинского назначения». Предметная область работы, ориентированная на разработку и совершенствование медицинских изделий (аппликаторов различного типа) и специализированного метрологического оборудования (фантома), непосредственно соотносится с профилем указанной специальности. Реализованные в работе подходы к созданию новых конструкций аппликаторов, разработке методов реконструкции их геометрии и способов контроля дозовых распределений имеют выраженную техническую направленность.

Представленные в работе результаты входят в области исследований, предусмотренные паспортом данной специальности в разделе III (область исследований) (п. 2 «...создании высокоэффективных приборов, оборудования, изделий, систем, комплектов технического обеспечения принципиально новых средств и методов воздействия на человека и в оценке влияния на человека лечебного и поражающего фактора различных излучений, полей и других энергетических факторов воздействия на человека, создании современных новых средств передачи и отображения медико-биологической информации»).

2 Актуальность темы диссертации

Актуальность представленного диссертационного исследования не вызывает сомнений и убедительно обоснована соискателем. Брахитерапия как высокоэффективный метод лучевого лечения занимает важное место в современной онкологии, особенно при лечении локализованных опухолей. Однако ее практическое применение ограничивается принципиально высокой неоднородностью дозного распределения и критической зависимостью доставленной дозы пациенту от точности позиционирования

источника излучения. Разработка методов и средств, позволяющих минимизировать эти неточности на этапах планирования, доставки и контроля, представляется важной научно-технической задачей. Выполнение исследований в рамках государственных научно-технических программ дополнительно подчеркивает социальную и практическую значимость работы для системы здравоохранения.

3 Степень новизны результатов диссертации и научных положений, выносимых на защиту

Сформулированные соискателем положения, выносимые на защиту, в совокупности характеризуют высокую степень научной новизны проведенного исследования. Впервые установлены количественные зависимости между технико-дозиметрическими характеристиками аппликаторов и величиной ошибки установки источника излучения. Полученные конкретные значения погрешностей для аппликаторов разных типоразмеров имеют не только теоретическое, но и важное практическое значение для клинических учреждений, использующих данное оборудование. Значительная новизна проявляется в разработке и клинической апробации комплекса оригинальных медицинских изделий – аппликаторов для поверхностной брахитерапии, для области носа и четырехканального внутриполостного аппликатора. Новизна их конструктивных преимуществ подтверждена патентами на изобретения и полезные модели. Отдельного внимания заслуживает создание универсального фантома и комплексной методики для контроля качества, позволяющих решать широкий спектр задач – от приемочных испытаний аппликаторов до верификации индивидуальных дозиметрических планов.

4 Обоснованность и достоверность выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Выводы и рекомендации, представленные в диссертации, характеризуются высокой степенью обоснованности и достоверности. Они являются прямым результатом проведенного комплексного исследования и подкреплены значительным массивом экспериментальных и клинических данных. Обоснованность выводов подтверждается последовательным решением поставленных задач на основе целенаправленных экспериментов с использованием современного оборудования. Клиническая апробация разработанных изделий и их внедрение в практику ведущих медицинских учреждений служат дополнительным подтверждением достоверности полученных результатов.

5 Научная, практическая, экономическая и социальная значимость результатов диссертации с указанием рекомендаций по их использованию

Проведенное диссертационное исследование характеризуется комплексной значимостью полученных результатов в области лучевой терапии.

Научная значимость работы заключается в значительном развитии теоретических и методических подходов для дозиметрического планирования и контроля качества в брахитерапии. Впервые установлены и количественно оценены зависимости величин поглощенной дозы от погрешностей позиционирования источника излучения в каналах аппликаторов различных типоразмеров. Это позволяет нивелировать ранее недостаточно изученные источники систематических ошибок и вносит определенный вклад в фундаментальные представления о дозовых распределениях вблизи аппликаторов. Разработанный способ реконструкции траектории движения источника представляет собой новый методический подход к повышению точности дозиметрического планирования. Полученные экспериментальные данные о дозовых распределениях для разработанных аппликаторов дополняют существующую базу знаний в области медицинской физики и радиационной дозиметрии, открывая новые возможности для оптимизации брахитерапевтических процедур.

Практическая значимость результатов исследования выражена в создании конкретных, готовых к клиническому применению медицинских изделий и методик. Разработанные аппликаторы для поверхностной брахитерапии, лечения новообразований носовой области и внутриполостной гинекологической брахитерапии обладают подтвержденными преимуществами перед существующими аналогами. Их использование позволяет достичь значительного улучшения ключевых параметров лечения: сокращение времени процедуры планирования и лечения достигает 90 % для аппликатора области носа и в 4 раза для поверхностного аппликатора; увеличение охвата целевого объема предписанной дозой составляет до 19,1%; сокращение краевого отступа со здоровых тканей с 4 до 2 мм минимизирует лучевую нагрузку на критические органы. Разработанный универсальный фантом и методика контроля качества предоставляют медицинским учреждениям стандартизованный инструмент для проведения приемочных испытаний аппликаторов, верификации дозиметрических планов и регулярного контроля оборудования.

Экономическая значимость результатов проявляется в следующем. Существенное сокращение времени процедур планирования и облучения приводит к высвобождению ресурсов дорогостоящего

брехитерапевтического комплекса и персонала, позволяя увеличить количество проводимых процедур без дополнительных капиталовложений. Повышение точности доставки дозы и, как следствие, эффективности лечения снижает вероятность локальных рецидивов, требующих дорогостоящего повторного лечения. Разработка и организация серийного производства отечественных аппликаторов и фантомов создает основу для импортозамещения в данной высокотехнологичной сфере, что позволяет экономить валютные средства и развивать собственное научно-производственное направление. Полученные патенты защищают интеллектуальную собственность и создают правовую основу для коммерциализации разработок.

Социальная значимость работы определяется ее конечным воздействием на здоровье и качество жизни пациентов. Повышение точности и эффективности брахитерапии напрямую ведет к увеличению показателей безрецидивной выживаемости онкологических больных. Снижение дозовой нагрузки на здоровые органы и ткани минимизирует риск развития как ранних, так и поздних лучевых осложнений, что улучшает переносимость лечения и отдаленные функциональные и косметические результаты. Разработка органосохраняющих методик, в частности, для гинекологических пациенток и больных с новообразованиями на лице, имеет огромное социально-психологическое значение. Расширение возможностей лечения сложных случаев повышает доступность высокотехнологичной медицинской помощи для различных групп населения.

6 Опубликованность результатов диссертации в научной печати

Результаты диссертационного исследования получили достаточное отражение в научных публикациях. Всего по теме диссертации опубликовано 26 работ, из них 3 статьи в рецензируемых отечественных и иностранных научных журналах, рекомендованных ВАК, 3 статьи в других научных изданиях, 13 тезисов докладов в сборниках материалов научных конференций. Получены 6 патентов Республики Беларусь на изобретения и полезные модели.

7 Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Оформление диссертации и автореферата соответствуют требованиям Инструкции о порядке оформления диссертаций, диссертаций в виде научного доклада, автореферата диссертации и публикаций по теме диссертации.

Автореферат отражает содержание диссертационной работы, выводы и положения, которые выносятся на защиту.

8 Замечания по диссертации

1. Из текста диссертации следует, что расчётная погрешность поглощенной дозы на аппараты брахитерапии определяется до второго знака после запятой в процентах, но на сколько это может быть реализовано практически?

2. Не понятно, почему точность определения терапевтических позиций источника для большего по площади кольца R30 составляет $\pm 0,28$ мм по сравнению с меньшим по площади кольцом R26 - $\pm 0,37$ мм?

3. В разделе «Опубликованность результатов диссертации» предложение «Получены 6 патентов Республики Беларусь на изобретения (в том числе 2 патента на способы и 2 патента на полезную модель)» не корректно. Правильно «Получены 6 патентов Республики Беларусь (в том числе 4 патента на изобретения и 2 патента на полезную модель)».

4. В Списке публикаций соискателя ученой степени ошибочно приведена строка «Тезисы». Следует ее исключить, а публикацию 16-А продолжить за публикацией 15-А.

5. Из текста диссертации не ясно, каким образом контролировалась точность углов наклона штатива аппарата (с. 38).

9 Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Диссертационная работа Козловского Дениса Ивановича представляет собой самостоятельно выполненное законченное научное исследование, соответствующее критериям ВАК Республики Беларусь. Автор продемонстрировал глубокие знания в заявленной области и способность к самостоятельным научным исследованиям. Полученные результаты и их внедрение свидетельствуют о высокой квалификации соискателя. Диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.17 - приборы, системы и изделия медицинского назначения.

10. Заключение

Диссертационная работа Козловского Д.И «Методы и средства индивидуального распределения и контроля доз ионизирующего излучения для брахитерапии», представленная на соискание ученой степени кандидата

технических наук, отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий, содержит новые научные результаты в области разработки приборов, систем и изделий медицинского назначения и вносят значительный вклад в развитие научного направления – создания высокоэффективных приборов, оборудования, изделий, систем, комплектов технического обеспечения новых средств и методов медицинского назначения.

Считаю, что Козловскому Денису Ивановичу может быть присуждена ученая степень кандидата технических наук по специальности 05.11.17 - приборы, системы и изделия медицинского назначения за:

- экспериментально установленные зависимости между технико-дозиметрическими характеристиками аппликаторов и величиной ошибки установки источника в терапевтической позиции и разработанный на их основе способ реконструкции аппликаторов, основанный на построении траектории движения источника, который позволяет повысить точность определения терапевтических позиций источника для кольца R26 – на $3,7 \pm 0,4$ мм, для кольца R30 – на $4,3 \pm 0,3$ мм, для кольца R34 – на $4,8 \pm 0,5$ мм по сравнению с известными способами;

- способы доставки предписанной дозы методом внутриполостной и поверхностной брахитерапии, основанные на использовании разработанных аппликаторов, предназначенных для формирования дозового распределения в соответствии с анатомическими особенностями расположения области лучевого воздействия, позволяющих повысить эффективность проведения брахитерапии за счет снижения времени лечения в 4 раза, увеличения точности позиционирования аппликатора на 10 %, расширения области применения брахитерапии, увеличения охвата мишени предписанной дозой на 19,1 % по сравнению с известными способами;

- способ оценки параметров модели дозового распределения, основанный на использовании разработанного фантома, отличающийся от известных возможностью воспроизведения условий клинического облучения для верификации дозового распределения, который позволил повысить точность обнаружения терапевтических позиций источника излучения в среднем на $3,5 \pm 1,1$ %, что позволило повысить эффективность системы и изделий поверхностной и внутриполостной брахитерапии.

Официальный оппонент –
заведующий лабораторией микро- и
наносенсорики государственного научно-
производственного объединения «Оптика,
оптоэлектроника и лазерная техника»,
доктор технических наук, профессор



Н. И. Мухуров