

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Емельяненко Евгения Владимировича «Метод и средства контроля характеристик диагностических ПЭТ изображений биологических объектов и их моделей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

Актуальность диссертации. Тема диссертации соответствует приоритетным направлениям научной, научно-технической и инновационной деятельности в Республике Беларусь на 2021–2025 гг. (утверждены Указом Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156): п. 2 «Биологические, медицинские, фармацевтические и химические технологии производства: диагностика, медицинская профилактика и лечение инфекционных, включая вирусной этиологии, и неинфекционных заболеваний, экспертиза качества медицинской помощи; медицинское оборудование», п. 4 «Машиностроение, машиностроительные технологии, приборостроение и инновационные материалы», подпункт «радиоэлектронные системы и технологии, приборостроение».

Диссертационная работа Емельяненко Е.В. является комплексным передовым исследованием, обладающим научной, практической и социальной значимостью как в отношении улучшения качества и количества диагностической информации на ПЭТ изображении так и относительно использование молекулярной визуализации в лучевой терапии.

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

Диссертация Емельяненко Е. В. «Метод и средства контроля характеристик диагностических ПЭТ изображений биологических объектов и их моделей» посвящена актуальной и быстро развивающейся тематике, а именно оценке влияния различных параметров сканирования, в данном случае на позитронно-эмиссионном томографе (ПЭТ), на качество получаемых изображений биологических объектов, а также измеренные на нем характеристики очагов накопления радиофармацевтического препарата. Проведенные исследования позволяют повысить количество и качество получаемой диагностической информации, что несомненно имеет высокую практическую значимость. Диссертация соответствует паспорту специальности 05.11.13 – приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий.

Целью диссертационной работы является разработка методов и технических средств контроля при определении основных характеристик диагностических ПЭТ изображений областей накопления радиоактивного индикаторного вещества при диагностике очагов накопления радиофармацевтического препарата и их оконтуривания с учетом алгоритма реконструкции и положения исследуемого объекта.

Степень новизны результатов, полученных в диссертации, и научных положений, выносимых на защиту.

В Республике Беларусь работа подобного плана представлена впервые. Уникальность данного исследования состоит в детальном анализе факторов, влияющих на качество и количество диагностической информации, получаемой на основе ПЭТ изображений. В работе проанализировано влияние характеристик программно-аппаратного комплекса для получения ПЭТ изображений на геометрические характеристик исследуемых объектов, которые возникают в результате моделируемых респираторных движений. Соответствующее оборудование и программное обеспечение разработано и запатентовано автором настоящей работы.

Основные результаты и положения, характеризующиеся научной новизной:

1. Предложена методика коррекции параметров сканирования на основе коэффициента восстановления объемной активности моделей очагов при сканировании биологических объектов и их моделей на томографах с различными детектирующими системами, основанная на использовании программных средств идентификации исследуемого объекта и позволяющая уменьшить ошибку расчета объемной активности на ПЭТ изображениях.

2. Впервые разработан метод расчета точности определения объемов и коэффициентов восстановления объемной активности моделей биологических объектов, изменяющих пространственное положение с использованием впервые разработанной установки, отличительными признаками которой является возможность имитации дыхательных движений и смещения при этом сразу шести областей. В результате использования данного метода установлена разница между коэффициентами восстановления объемной активности в биологических моделях, составляющая 11,4 %, 20,3 %, 50,38 %, 70,9 %, 85,35 % для моделей диаметрами 37 мм, 28 мм, 22 мм, 17 мм, 13 мм, 10 мм

соответственно, а также разница объемов при совмещении КТ и ПЭТ изображений в статическом и динамическом (в движении) состояниях.

3. Экспериментально установлены зависимости между коэффициентами восстановления объемной активности и размерами биологических моделей при их движении с учетом использования различных реконструкционных алгоритмов, а также выявлены неопределенности вычисления объемов по ПЭТ изображениям при оконтуривании движущихся моделей биологических объектов, где движение моделируется впервые разработанной установкой, с использованием которой также были установлены различия номинального объема модели и объема оконтуривания в динамическом положении.

Обоснованность и достоверность основных результатов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Положения, выносимые на защиту, базируются на достаточном количестве как экспериментальных данных, полученных в результате исследования влияния параметров сканирования, типа детектирующей системы, моделируемых респираторных движений на характеристики изображений, так и приведенных примерах изображений биологических объектов.

Сформулированные в диссертационной работе научные выводы и практические рекомендации подтверждаются комплексным применением представленной установки для моделирования респираторных движений биологического объекта в практической деятельности РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова. Достоверность и обоснованность выводов, приведенных в диссертационной работе сомнений не вызывают.

Основные результаты диссертации прошли апробацию на международных конференциях и получили одобрение профильных специалистов.

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

Практическая значимость диссертационной работы:

- предложенная методика коррекции параметров сканирования на томографах с различными детектирующими системами может использоваться в клиниках с отсутствующей полной технической базой, необходимой для проведения NEMA тестов;

- устройство для моделирования респираторных движений биологического объекта расширяет возможности медицинского физика в области контроля качества созданных стандартов сканирования и

минимизирует риски потери диагностической информации вследствие влияния респираторных движений биологических объектов. Производство данного устройства не требует значительных материальных затрат и позволяет оснастить им диагностические отделения позитронно-эмиссионной томографии.

Социальная значимость данной работы состоит в том, что:

1) использование устройства для моделирования респираторных движений биологического объекта позволяет сделать процедуру планирования лучевой терапии более эффективной и безопасной;

2) настройка томографов с различными детектирующими системами приводит к уменьшению разницы между коэффициентами восстановления двух томографов, что в совокупности позволяет избежать дополнительных исследований биологических объектов на ПЭТ/КТ, а соответственно и снизить радиационную нагрузку на биологические объекты.

Опубликованность результатов диссертации

Результаты по теме диссертации изложены в 27 печатных работах. 6 статей изданы в журналах, рекомендованных ВАК (всего 2,52 а. л.), 12 статей в сборниках и материалах конференций (всего 2,15 а. л.), 8 тезисов докладов (всего 0,49 а. л.). Получен патент Республики Беларусь.

Соответствие оформления диссертации требованиям ВАК

Диссертационная работа включает в себя общую характеристику, 4 главы, заключение, библиографический список и 3 приложения. Объем диссертации составляет 154 стр. Таблицы и рисунки занимают объем 38 страниц (78 иллюстраций, 16 таблиц). В приложениях приведены результаты, подтверждающие представленные выводы и заключения, а также акты внедрения и патент.

Текст диссертации изложен хорошим научным языком, ясно, логично и аргументировано. Список литературы соответствует содержанию. Диссертация аккуратно оформлена. Общая характеристика работы и заключение, приводимые в автореферате, дословно воспроизводят соответствующие разделы диссертации.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации и отражает ее основные результаты и положения, выносимые на защиту.

Диссертация Е.В. Емельяненко представляет собой оригинальное научное исследование, которое может быть полезным для научных работников, радиационных онкологов и медицинских физиков.

Замечания по диссертации и автореферату

1. Физический смысл формулы (2.1) не совсем ясен, и автор не дает каких-либо пояснений. Кроме того, смысл коэффициента восстановления RC_i в формуле (2.1) определяется не сразу, а после формулы (2.2), что еще больше затрудняет восприятие всего фрагмента текста.

3. В параграфе 2.11 отмечается существенное различие в значениях коэффициентов восстановления на ПЭТ томографах Discovery IQ и Discovery 710, и указывается целый ряд причин, вызывающих это различие. Однако не указано, какая из этих причин основная. Можно лишь предположить, что такой основной причиной является различие в типах используемой детектирующей системы.

3. Зависимость соотношения сигнал/шум от размерности фильтра Гаусса и количества итераций представлена на стр. 91 без соответствующих пояснений. С физической точки зрения ход этой зависимости понятен, но неясно, как автор получил численные значения для соответствующих коэффициентов.

4. Данные таблиц A1, A2 и A3 приложения 1 показывают возрастание значений девиаций и стандартного отклонения при оценках коэффициента восстановления, но не указана причина, объясняющая эту закономерность.

Вместе с тем, указанные недостатки не влияют на научную и практическую значимость диссертационной работы Емельяненко Е.В и не ставят под сомнение его научную квалификацию.

Соответствие научной квалификации соискателя ученой степени, на которую он претендует

Диссертационная работа Емельяненко Евгения Владимировича «Метод и средства контроля характеристик диагностических ПЭТ изображений биологических объектов и их моделей» является законченной квалификационной работой, выполненной по актуальной тематике на высоком профессиональном уровне.

Полученные экспериментальные данные и результаты их обработки демонстрируют достоверность и обоснованность выводов.

Научные положения и основные результаты являются новыми и вносят значительный вклад в анализ изображений, полученных с использованием методов ядерно-медицинской визуализации.

Диссертация содержит новые научно обоснованные экспериментальные результаты, отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК к работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор, Емельяненко Евгений Владимирович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Заключение. Соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.11.13 – приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий за

– установленные зависимости между количественными и качественными характеристиками ПЭТ изображений биологических объектов с учетом параметров сканирования;

– экспериментально установленные зависимости точности восстановления удельной активности радиоактивности индикаторного вещества с учетом изменения положения модели биологического объекта в пространстве, параметров сканирования, размеров модели;

– экспериментально выявленные неопределенности при оценке оконтуривания объемов моделей биологических объектов (в статическом и динамическом состояниях) на ПЭТ изображениях, где динамическое положение биологической модели имитируется с использованием оригинального устройства представленного впервые

- предложенный и разработанный метод определения разницы восстанавливаемой объемной активности на ПЭТ изображениях, полученных в результате сканирования исследуемого объекта на томографах с детектирующими системами с различными характеристиками и последующим сокращения значений девиаций объемной активности за счет регулирования параметров сканирования.

Официальный оппонент
доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник
кафедры ядерной физики
Белорусского государственного
университета

А.Л. Холмецкий

