

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 621.386.12, 53.089.68

Новиченко
Александр Викторович

Методы формирования и исследования эталонных полей поверочной
установки рентгеновского излучения

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук
по специальности 1–38 80 03 Приборы, системы и изделия
медицинского назначения

Научный руководитель

Шахлевич Григорий Михайлович

канд. физ.-матем. наук, доцент

Минск, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Рентгенодиагностика и рентгенотерапия являются широко распространенным и незаменимыми процедурами в современной медицине.

Рентгеновское излучение, генерируемое в рентгеновских трубках при помощи высоковольтных электрических аппаратов при воздействии на ткани и органы тела человека, вызывает подавление функций отдельных клеток, угнетение их роста, а в ряде случаев и их разрушение. Эти явления оказываются следствием поглощения и рассеяния – первичных физических процессов взаимодействия рентгеновского излучения с биологической средой.

В связи с этим применение процедур облучения должно сопровождаться контролем радиационной безопасности и проверкой характеристик пучка рентгеновского излучения. Также важным параметром является доза, полученная пациентом и персоналом при проведении этих процедур. Для этого используется широкий спектр оборудования для дозиметрического контроля: индивидуальные дозиметры, приборы радиационной защиты, приборы контроля характеристик рентгеновского излучения и т.д.

Производство и эксплуатация дозиметрического оборудования подразумевает проведение процедур калибровки, поверки, градуировки с использованием эталонных средств измерений.

Точно определенные условия излучения необходимы при определении характеристик или свойств вспомогательного оборудования или при создании пучков излучений для проведения физических и медицинских исследований.

Наиболее полной характеристикой условий излучения является спектральное распределение в пучке излучения.

Так как измерение типичных спектров рентгеновского излучения является сложной проблемой, в стандартах, характеристики излучения определяются по слою половинного ослабления или, когда это возможно, с помощью ослабления при использовании водяных фантомов в определенных геометрических условиях.

Цель магистерской диссертации заключается в исследовании характеристик эталонных полей рентгеновского излучения установки УПР-АТ300, предназначенной для калибровки, градуировки и испытаний дозиметрической аппаратуры в полях рентгеновского излучения в диапазоне энергий от 30 до 270 кэВ.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цель работы: исследование основных характеристик установки поверочной рентгеновского излучения УПР-АТ300, а также формирование и исследование серий качеств эталонного фильтрованного рентгеновского излучения в диапазоне энергий от 30 до 270 кэВ.

Актуальность темы магистерской диссертации заключается в широком применении рентгеновского излучения во многих отраслях, таких как промышленность, медицина, атомная энергетика, радиационная безопасность. В связи с этим должны соблюдаться контроль радиационной безопасности и проверка параметров пучка рентгеновского излучения.

Задачи исследования:

1 Провести анализ оборудования, используемого зарубежными лабораториями, а также анализ международных и национальных стандартов, применяемых в данной области;

2 Рассмотреть нормативную документацию в области обеспечения единства измерений ионизирующего излучения;

3 Изучить устройство, принцип работы и основные технические характеристики установки поверочной рентгеновского излучения УПР-АТ300;

4 Разработать методики проведения исследований и провести исследование основных метрологических характеристик установки поверочной рентгеновского излучения УПР-АТ300;

5 Разработать методики проведения исследований по созданию эталонных рентгеновских полей различных серий в диапазоне энергии от 30 до 270 кэВ.

Объект исследования: поверочная установка рентгеновского излучения УПР-АТ300.

Предмет исследования: основные метрологические характеристики поверочной установки рентгеновского излучения, а также характеристики эталонных рентгеновских полей L, N, W, H-серии.

Результаты работ опубликованы: в сборнике материалов 11-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Новые направления развития приборостроения» 18-20 апреля 2018 г., г. Минск, БНТУ; в сборнике материалов 12-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Новые направления развития приборостроения» 17-19 апреля 2019 г.; в сборнике материалов Международной научно-технической конференции «Метрология 2019» Минск, 2019 г.; в сборнике конференции 8-й Международной заочной научно-технической конференции "Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2018) 30 апреля 2018 г., Тольятти, ПВГУС; в научно-техническом журнале «Приборы и методы измерений».

Структура и объем диссертации: диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав, заключения, списка использованных

источников. Объем магистерской диссертации составляет 84 страниц, включая 25 иллюстраций, 40 таблиц, библиографический список из 21 наименования, 6 приложений.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В магистерской диссертации были рассмотрены вопросы по формированию и исследованию эталонных рентгеновских полей, создаваемых на установке поперочной рентгеновского излучения. Для достижения поставленных целей были рассмотрены ряд нормативный документов в области обеспечения единства измерений ионизирующих излучений, в которых устанавливаются основные требования при работе с устройствами генерирующие ионизирующее излучение. Также были рассмотрены методы поверки устройств, генерирующие ионизирующее излучение и проведен анализ международной сети лабораторий дозиметрических величин.

Выполнен аналитический обзор аналогов используемого оборудования при формировании эталонных полей рентгеновского излучения.

Перед началом исследований была изучена структура и принцип работы установки, ее технические характеристики, и правила безопасной эксплуатации.

Были разработаны методики проведения исследований по определению основных характеристик установки, такие как:

- характеристики заслонки формирователя поля;
- оценка размеров равномерных полей;
- определение собственной фильтрации системы;
- оценка вклада рассеянного излучения.

А также были сформированы методики по созданию и определению основных метрологических характеристик эталонных полей рентгеновского излучения серий с узким спектром, с низкой мощностью кермы в воздухе, с широким спектром и с высокой мощностью кермы в воздухе.

Наиболее полной характеристикой условий излучения является спектральное распределение в пучке излучения. Так как измерение типичных спектров рентгеновского излучения является сложной проблемой, в стандартах параметры излучения определяются по слою половинного ослабления или, когда это возможно, с помощью ослабления при использовании водяных фантомов определенной геометрии.

Таким образом, для каждого излучения в сериях определялись значения первого и второго слоев половинного ослабления и высчитывалась эффективная энергия излучения.

Калибровка и поверка дозиметрических приборов в зависимости от требований проводится в широком диапазоне энергий и в широких пределах мощностей кермы или мощности дозы. Основной задачей проверки линейности показаний дозиметрических приборов является проведение измерений при различной мощности кермы в воздухе или мощности дозы.

В связи с этим поперочные рентгеновские установки должны иметь широкий диапазон изменения мощности кермы в воздухе. Для этого были проведены исследования диапазона измерений мощности кермы в воздухе на различных расстояниях при максимальном и минимальном значении тока

катода. Таким образом определили динамический диапазон измерений по мощности кермы в воздухе или мощности дозы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной магистерской диссертации была рассмотрена национальная и международная нормативная документация в области обеспечения единства измерений ионизирующего излучения; изучена техническая документация по устройству и принципу работы установки поверочной рентгеновского излучения.

Было проведено исследование основных характеристик поверочной установки рентгеновского излучения.

В результате исследований были:

- определен коэффициент пропускания заслонки, позволяющий ослаблять мощность излучения в 1000 раз;
- измерено время перемещения заслонки формирователя поля, что дает возможность управлять экспозицией и дозой излучения по времени;
- проведена оценка размеров равномерного поля для используемых диафрагм на разных расстояниях;
- проведена установка собственной фильтрации системы равной в эквиваленте 4 мм алюминия;
- была проведена оценка вклада рассеянного излучения;

Были проведены исследования по формированию эталонных рентгеновских полей N, L, W, H –серий.

В результате исследований были:

- определены значения слоя половинного ослабления и значения эффективной энергии качеств излучения;
- определено энергетическое разрешение качеств излучения;
- определены диапазоны измерения мощности кермы в воздухе для каждого качества излучения в сериях.

Полученные в ходе работы по теме результаты измерения динамического диапазона мощности кермы в воздухе для разных расстояний при максимальном и минимальном значении тока катода, дают возможность проводить исследования дозиметрического оборудования в широких диапазонах мощности кермы в воздухе и энергии излучения.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1 «Оценка влияния рассеянного рентгеновского излучения» в сборнике материалов 11-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Новые направления развития приборостроения» 18-20 апреля 2018 г., БНТУ, Минск.

2 "Определение характеристик формирователя поля рентгеновского излучения" в сборнике материалов 12-й Международной научно-технической конференции молодых ученых и студентов «Новые направления развития приборостроения» 17-19 апреля 2019 г., Минск, БНТУ.

3 «Создание эталонного поля рентгеновского излучения с низкой мощностью дозы для исследования энергетической зависимости высокочувствительных средств измерений» участие в конференции и публикация материалов в сборнике Международной научно-технической конференции "Метрология 2019", БелГИМ, Минск.

4 «Создание полей рентгеновского излучения с низкой мощностью дозы для исследования энергетической зависимости чувствительности дозиметрических средств измерений на основе сцинтилляционных блоков детектирования» научно технический журнал «Приборы и методы измерений». Статья в печати.

5 «Определение коэффициента пропускания и времени перемещения заслонки формирователя поля рентгеновского излучения» подача материалов на 8-ю Международную заочную научно-техническую конференцию "Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2018) 30 апреля 2018 г., ПВГУС.

6 Подача тезисов на участие в 55-й юбилейной научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. "Оценка влияния рассеянного рентгеновского излучения", "Оценка размеров равномерных полей рентгеновского излучения", 22-26 апреля 2019 г., Минск, БГУИР.