

²Научно-исследовательский институт онкологии Томского НИМЦ РАН, 634009, г. Томск,
пер. Кооперативный, 5
E-mail: eab60@tpu.ru

На сегодняшний день лечение онкологических заболеваний проводят при помощи лучевой терапии. Одними из устройств для получения гамма-излучения, которое используется в лучевой терапии, являются гамма-терапевтические установки [1]. Для достижения эффективного результата лечения существует необходимость в проведении дозиметрической верификации плана облучения. Данные процедуры обычно проводят с использованием фантомов, изготовленных из тканеэквивалентного материала [1].

Особое внимание приковано к индивидуальным гетерогенным фантомам, которые позволят более точно проводить контроль облучения. Однако создание таких фантомов требует решения ряда задач, таких как скорость и точность изготовления из тканеэквивалентных материалов. Отвечая данным требованиям, индивидуальные фантомы предлагается создавать посредством аддитивных технологий [2]. Такой подход позволяет воссоздать анатомию человека с помощью 3D-моделирования [2].

Как известно индексы Хаунсфилда являются одной из основных характеристик, используемых при планировании облучения. Они определяют ослабление рентгеновского излучения по отношению к дистиллированной воде. Для имитации разных органов и тканей тела человека с заданными значениями индексов Хаунсфилда необходимо не только выбрать тканеэквивалентный материал, но и определить параметры печати для каждого элемента. Одним из таких параметров является коэффициент экструзии.

Коэффициент экструзии – это скорость продавливания пластика через формирующее отверстие 3D-принтера и его количество. Данный параметр печати позволяет плавно регулировать плотность заполнения объекта материалом. В данной работе была исследована зависимость индексов Хаунсфилда объектов, изготовленных методом послойного наплавления из ПЛА пластика (полилактид), от коэффициента экструзии.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 19-79-10014).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khan F.M., Gibbons J.P. Khan's the physics of radiation therapy. – Fifth edition. – Lippincott Williams & Wilkins, 2014. – 572 p.

Красных А.А. и др. Оценка возможности изготовления материалов, пригодных для устройств быстрого прототипирования, с заданными КТ-индексами // Ядерная физика и инжиниринг, 2017. – Т. 8. – № 1. – С. 91-95.2.

СОЗДАНИЕ ФАНТОМА ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ ПРОЦЕДУРЫ ОБЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕДИЦИНСКОГО ПУЧКА ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ ИСТОЧНИКА ⁶⁰Co

Зубкова Ю.А., Бушмина Е.А., Черепенников Ю.М.

Научный руководитель: Стучебров С.Г., к.ф.-м.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: yaz8@tpu.ru

Одним из инструментов лучевой терапии являются гамма-терапевтические установки для дистанционного облучения. Медицинский пучок создается радионуклидным источником ⁶⁰Co. Средняя энергия такого пучка составляет 1,25 МэВ [1].

В подобных установках источник представлен в виде цилиндра, диаметр выходного отверстия которого составляет 1-2 см. Такой источник не является геометрически точечным и вокруг него возникает геометрическая полутень [1, 2]. Система формирования поля облучения для стандартного гамма-терапевтического аппарата представляет собой набор коллиматоров, конструкция которых позволяет создавать только прямоугольные поля. Для формирования полей более сложных форм, повторяющих контур новообразования, используются стандартные свинцовые блоки, устанавливаемые вручную [1, 2]. Как следствие применение таких блоков требует обязательной верификации, как точности их установки, так и сформированного ими дозового поля вблизи критических органов.

В связи с тем, что в основе проведения процедур лучевой терапии лежит главный принцип в доставке максимальной дозы ионизирующего излучения на злокачественные клетки опухоли с минимальной лучевой нагрузкой на окружающие здоровые клетки организма, возникает необходимость в проведении дозиметрических процедур контроля и верификации планов облучения на гамма-терапевтических установках. Стандартные водные или пластинчатые фантомы являются гомогенными и упрощают геометрию тела пациента [1]. Решением данной проблемы может стать применение гетерогенных тканеэквивалентных дозиметрических фантомов.

Для создания подобных фантомов было предложено использовать технологии трехмерной печати [3]. Для реализации этого решения в данной работе было проведено преобразование томографических

данных пациента в формате DICOM в трехмерную STL-модель. Таким образом, была создана модель тела человека, пригодная для создания дозиметрического фантома с помощью технологий трехмерной печати. Применение предложенных фантомов позволит экспериментально определить дозное распределение вблизи критических органов для процедур облучения на гамма-терапевтическом аппарате.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-79-10052).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khan F.M., Gibbons J.P. Khan's the physics of radiation therapy. – Fifth edition. – Lippincott Williams & Wilkins, 2014. – 572 p.
2. Черняев А.П., Лыкова Е.Н., Поподько А.И. Медицинское оборудование в современной лучевой терапии: Учеб. Пособие. – М.: ООП физического факультета МГУ, 2019. – 101 с.
- Красных А.А. и др. Разработка способа экспериментальной верификации дозиметрического планирования лучевой терапии // Сборник материалов XII Всероссийской конференции молодых ученых-онкологов, посвященной памяти академика РАМН НВ Васильева «Актуальные вопросы фундаментальной и клинической онкологии», 27–28 апреля 2017 г., г. Томск / Под ред. Е.Л. Чойзнонова, Э.В. Галажинского, Н.В. Чердынцевой. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2017. – С. 150.

ИЗУЧЕНИЕ СЕЗОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. ТОМСКА ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Рогова Н. С., Яковлева Ю.А., Бирюков К. П.

Научный руководитель: Рыжакова Н.К., к.ф.-м.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: rogoва@tpu.ru

В Европейских исследованиях при активном биомониторинге чаще всего используют наземные мхи. При трансплантации мхов с условно чистых территорий на урбанизированную мхи помещают в сетчатые мешки из химически нейтральных материалов (техника «мох-мешок»). Однако мох высыхает во время экспозиции и часто осыпается. Для преодоления данных недостатков мхи размещают на специальной поддержке, устанавливают полив и затенение. Такие приспособления делают данный способ трудоемким и дорогостоящим для достаточно больших территорий [1,2]. С этой точки зрения для мониторинга более целесообразно использовать обитающие на коре деревьев эпифитные мхи, так как для их размещения не требуются устройства для поддержки. В данном исследовании для трансплантации использован эпифитный мох *Pyloisia polyantha* (Hedw.) Schimp., который распространен в природе и обладает высокими аккумуляционными способностями. Для данного вида мха авторами разработан простой в применении метод трансплантации [3]. Целью работы является изучение влияния сезонных условий на концентрации химических элементов в образцах-трансплантатах эпифитного мха *Pyloisia Polyantha*.

Для исследования влияния сезонных условий на концентрации химических элементов в образцах-трансплантатах в 2017 г. на территории г. Томск были выбраны 2 участка, отличающиеся уровнем техногенной нагрузки. На первом этапе исследования планшеты в количестве 29 штук разместили в июне, время экспозиции в летний период составило 19 недель. На втором этапе исследования планшеты в количестве 18 штук разместили в октябре, период экспозиции в зимний период составил 30 недель.

В исследуемых образцах мха с помощью НАА определены следующие элементы: As, Ba, Br, Ca, Ce, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, Hf, K, La, Lu, Mo, Rb, Sb, Sc, Sm, Tb, Th, U, Yb, Zn; погрешность измерений составляла 10-15%. Статистическая обработка проведена только для тех химических элементов, концентрации которых выше фоновых. Как показали результаты наших исследований, фоновый диапазон концентраций для мха *Pyloisia polyantha* можно установить в пределах 50% от средних значений концентраций, измеренных в фоновых образцах с помощью НАА.

На первом участке концентрации всех выше перечисленных элементов, исключая Hf, Rb, Sm, для зимнего периода больше, чем для летнего. Повышенные концентрации Co, Cs, Lu, Sb, Tb, U, Yb можно объяснить тем, что вблизи этого участка находятся частные дома с печным отоплением и автомагистраль. Для Hf, Rb, Sm наоборот, концентрации для летнего периода оказались выше. Повышенное содержание Hf, Rb, Sm в летний период обусловлено тем, что эти рассеянные в земной коре элементы содержатся в частицах пыли, которая в большом количестве присутствует в атмосферном воздухе вблизи автомагистрали с интенсивным движением.

Содержание Lu в зимний и летний период на более чистом втором участке примерно одинаково и совпадает с содержанием этого элемента на первом участке в летний период. Отсюда можно сделать вывод о том, что в зоне влияния Томск-Северской промышленной агломерации, где располагаются выбранные участки, в атмосферном воздухе содержатся повышенные концентрации Lu. Содержание Th и Cs на втором участке, также как и на первом участке, выше в зимний период, что, скорее всего, связано с отопительным сезоном.

Проведенный анализ показал, что сезонные условия не влияют на процессы жизнедеятельности