

УДК 519.24

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ РАСЧЕТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГАММА ИЗЛУЧЕНИЯ С АБС ПЛАСТИКОМ

Сорокина А.А. (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»), **Бушмина Е.А.** (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»), **Милойчикова И.А.** (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»), Научно-исследовательский институт онкологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»), **Стучебров С.Г.** (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»)

**Научный руководитель – кандидат физико-математических наук,
доцент Стучебров С.Г.**

(Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»)

Аннотация. В рамках работы проводилось численное моделирование взаимодействия гамма излучения с тестовым образцом из АБС пластика в программном обеспечении PCLAB методом Монте-Карло, где в качестве источника излучения был выбран медицинский гамма-терапевтический аппарат TheratronEquinox 80. Результатом стала оценка эффективности поглощения гамма излучения пластиковым образцом. Для достоверности результатов моделирования, было проведено сравнение полученных данных с экспериментальными.

Введение. На данный момент онкологические заболевания являются одними из самых опасных в мире. Одним из успешных методов лечения таких заболеваний является лучевая терапия пучками гамма излучения, которое взаимодействует с клетками злокачественного новообразования, что приводит к их гибели. Однако, оказаться под разрушающим действием излучения могут здоровые клетки окружающих тканей. В связи с этим возникает необходимость в проведении дозиметрического планирования процедур лучевой терапии. Главной целью дозиметрического планирования является создание оптимального дозного распределения в опухоли при уменьшении лучевого воздействия на здоровые ткани. Для формирования глубинного распределения дозы заданной конфигурации необходимо использовать специальные устройства – болюсы. Для изготовления таких болюсов предложено использовать технологии трехмерной печати. Преимущества такого подхода заключаются в возможности быстрого изготовления изделия требуемой формы с высокой точностью, в относительно низкой стоимости используемых материалов, в простоте технологического процесса изготовления. Применение подобных индивидуально изготавливаемых болюсов позволит увеличить точность доставки дозы к очагу новообразования и снизить вероятность возникновения острых постлучевых реакций. Актуальным является исследование эффективности применения технологии послойного наплавления для изготовления индивидуальных пластиковых болюсов для гамма терапии. Такое исследование может быть проведено с помощью моделирования методом Монте-Карло.

Основная часть. В программном обеспечении PCLAB был смоделирован физический эксперимент по взаимодействию гамма излучения с тестовым объектом АБС пластика, для которого предварительно была рассчитана плотность. В качестве источника излучения был выбран медицинский гамма-терапевтический аппарат TheratronEquinox 80 со средней

энергией гамма излучения равной 1,25 МэВ. Размер поля облучения составил 20×10 см². Расстояние между источником излучения и поверхностью водного фантома (РИП) составило 78 см.

Тестовый объект из АБС пластика имел следующие геометрические параметры: длина – 3 см, ширина – 2 см, высота – варьировалась от 1 до 7 см с шагом 1 см.

В результате моделирования была получена зависимость эффективности поглощения гамма излучения от высоты пластикового образца.

Далее с помощью метода послойного наплавления был изготовлен тестовый образец из АБС пластика. Экспериментальное исследование проводилось на гамма-терапевтическом аппарате Theratron Equinox 80. Геометрия эксперимента соответствовала геометрии расчета. Тестовый образец размещался на поверхности твердотельного тканеэквивалентного пластинчатого фантома. Для определения пространственного дозного распределения сформированного напечатанным тестовым образцом болюса использовались пленочные дозиметры GafChromic EBТ3, которые размещались на глубине 2 см в твердотельном фантоме. После облучения пленочные дозиметры были оцифрованы с помощью сканера EpsonPerfection V850 Pro. Полученные данные были сохранены в формате TIF. Обработка данных полученных с пленочного дозиметра проводилась в программном обеспечении MatLab .

Экспериментальные и расчетные зависимости эффективности поглощения гамма излучения от высоты пластикового образца совпали в пределах погрешности.

Выводы. В настоящей работе проводилось численное моделирование взаимодействия гамма излучения с тестовым образцом из АБС пластика при помощи метода Монте-Карло. В результате были получены зависимости эффективности поглощения гамма излучения от высоты пластикового образца. Для оценки достоверности расчетных результатов, было проведено сравнение полученных данных с экспериментальными. Результаты моделирования совпали с экспериментальными в пределах погрешности. Разработанная модель может в дальнейшем использоваться для определения геометрических параметров болюсов, изготовленных методами трехмерной печати.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках соглашения 075-15-2021-271 (проект № МК-3481.2021.4).

Сорокина А.А. (автор)

Подпись

Стучебров С.Г. (научный руководитель)

Подпись