

ОБЩЕМОСКОВСКИЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР “МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ”

29 сентября 2020 г.

Несмотря на сложности, связанные с распространением коронавируса, 29 сентября 2020 г. состоялся очередной общероссийский семинар “Медицинская физика лучевой терапии”. Конечно, соблюдались новые правила: дистанция и наличие масок (рис. 1).

Во вступлении модератор заседания Т.Г. Ратнер (рис. 1) сообщила, что за время перерыва в работе семинара (март-август) Ассоциация медицинских физиков продолжала работать. Журнал “Медицинская физика” № 2(86) вышел вовремя. В сентябре произошло два радостных события: двое наших членов защитили кандидатские диссертации.

Лысак Юлия Витальевна (ООО “Медскан”) защитила диссертацию на тему “Радиационно-физические аспекты радионуклидной терапии”, представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности – 03.01.01 “Радиобиология”. Работа выполнена в общероссийском союзе общественных организаций “Ассоциации медицинских физиков России”. Защита прошла в диссертационном совете МГУ.02.11 Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова в удалённом интерактивном режиме.

Черных Алексей Николаевич (Институт теоретической и экспериментальной физики им. А.И. Алиханова НИЦ “Курчатовский институт”) защитил работу на тему “Система и технология адронной терапии онкоопухольных пациентов”, представленную на соиска-

ние ученой степени кандидата технических наук по специальности – 05.11.17 – “Приборы, системы и изделия медицинского назначения”. Защита прошла в диссертационном совете Пензенского государственного университета.

Затем был представлен доклад, не состоявшийся в марте из-за пандемии: В.Н. Васильев, А.Ю. Смыслов (Российский научный центр рентгенодиагностики МЗ РФ, Москва) “Частотные характеристики распределения поглощенной дозы ускорителей Varian”. Докладчик: Васильев Владимир Николаевич (рис. 2).

Доклад был посвящён использованию Фурье-анализа для обработки дозиметрических данных при лучевой терапии. Подходы, обычно применяемые для характеристики рентгенодиагностических детекторов, были использованы для задач лучевой терапии –



Рис. 1. В аудитории: часть людей еще в масках, а кто-то уже снял



Рис. 2. Выступает Т.Г. Ратнер. За столом – докладчик В.Н. Васильев

оценки пространственного разрешения при модуляции пучка, спектра мощности распределения дозы и шума, а также измерения функции передачи модуляции матрицы диодов MapCHECK 2 (Sun Nuclear Corporation).

Пространственное разрешение, достижимое при модуляции фотонного пучка ускорителя TrueBeam с энергией 6 МВ с помощью шторок диафрагмы и лепестков МЛК, исследовали в водно-эквивалентном фантоме на глубине 10 см с помощью детектора с высоким пространственным разрешением – радиохромной пленки Gafchromic. Паттерн дозы, сформированный в плоскости расположения пленки, позволял извлечь из области полутени информацию о профиле элементарного пучка (LSF) при обоих способах модуляции. Пики LSF были аппроксимированы гауссианами, оценена их ширина на полувысоте, а также ее зависимость от устройства модуляции, направления координатной оси и расстояния до оси пучка.

После преобразования Фурье был рассчитан спектр мощности полезного сигнала (элементарного распределения дозы) и спектр мощности шума, характеризующий используемый детектор. Спектр мощности сигнала во всех случаях находился в пределах частоты 4 см^{-1} и достигал максимума вблизи частоты $0,1 \text{ см}^{-1}$. Спектр мощности шума был приблизительно равномерно распределен по частоте. На основе полученных данных возможно построение оптимальных цифровых фильтров (фильтров Винера) для удаления статистического шума из дозиметрических данных при проведении измерений с помощью пленки или других

детекторов. Оценки предельного пространственного разрешения могут быть полезны при облучении мишеней малого размера модулированными пучками.

Во второй части доклада были представлены предварительные оценки функции передачи модуляции (Modulation Transfer Function, MTF) матрицы диодов MapCHECK 2, являющейся в РНЦРР основным инструментом для верификации планов облучения с модуляцией интенсивности пучка. При исследованиях был использован метод непосредственного измерения модуляции входного и выходного синусоидального сигнала, подаваемого на матрицу. Входной сигнал синусоидальной формы был сформирован с помощью многолепесткового коллиматора в направлении оси X с частотой от одного до двадцати периодов на поле размером $20 \times 20 \text{ см}$ и затем импортирован в систему планирования лучевой терапии Eclipse. Распределение дозы в матрице было рассчитано на сетке $1 \times 1 \times 1 \text{ мм}$ и экспортировано в плоскости расположения диодов в формате DICOM RT Dose.

Для повышения эффективного пространственного разрешения матрицы коллиматор был повернут относительно ее осей на угол $3,5^\circ$. При этом шаг между проекциями детекторов на синусоиду был существенно меньше, чем шаг между детекторами при их размещении на матрице. Таким способом возможно увеличить частоту дискретизации выше пределов, определяемых конструкцией прибора.

Расчетное распределение дозы рассматривали как входной сигнал, для каждой из частот было определено значение модуляции на входе измерительной системы. Модуляция на выходе была определена после проведения измерений синусоидального распределения дозы на ускорителе. Представлены предварительные результаты обработки расчетных и измеренных данных. В заключение предложен список рекомендуемой литературы по рассмотренным вопросам с краткой аннотацией.

Хотя присутствовали всего 15 человек, семинар прошел интересно. Было много вопросов и высказываний. Мы надеемся, что многие члены семинара смотрели заседание в формате on line и что следующий семинар состоится еще в этом году!

Т.Г. Ратнер