

## ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ МЕДИЦИНСКОГО ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ RADIATION CONTROL OF THE MEDICAL LINEAR PARTICLE ACCELERATOR

*Н. В. Королева<sup>1</sup>, В. С. Пускунов<sup>1</sup>, Т. С. Чикова<sup>2</sup>*

*N. Karaliova<sup>1</sup>, V. Piskunou<sup>1</sup>, T. Chikova<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Витебский областной клинический онкологический диспансер,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь  
natali-1393@mail.ru*

*<sup>1</sup>Vitebsk Regional Clinical Oncology Center, Vitebsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Рассмотрены основные этапы дозиметрического контроля медицинского линейного ускорителя и способы их реализации из опыта работы медицинских физиков Витебского областного клинического онкологического диспансера. Приведены данные сравнительного исследования рабочих характеристик детекторов для проведения абсолютной и относительной дозиметрии.

The main stages of dosimetric control of a medical linear accelerator and methods for their implementation from the experience of medical physicists of the Vitebsk Regional Clinical Oncological Dispensary are considered. The data of a comparative study of the performance of detectors for conducting absolute and relative dosimetry are given.

*Ключевые слова:* линейный ускоритель, дозиметрия, абсолютная дозиметрия, ионизационные камеры, детекторы, планирующая система.

*Keywords:* the linear particle accelerator, dosimetry, absolute dosimetry, ionization chambers, detectors, the planning system.

Современное эффективное лечение онкологических больных невозможно без новейших технологий и оборудования. С целью достижения наилучшего результата при проведении лучевой терапии злокачественных опухолей любой локализации применяется линейный ускоритель частиц, который создает радиационное поле высокого разрешения и позволяет облучать пораженные участки организма человека высокими дозами облучения на клеточном уровне. При этом лечебный эффект от локального воздействия ионизирующего излучения на новообразование максимален, а негативное влияние на окружающие здоровые ткани – минимально. Однако, используя в лечебной практике современные высокотехнологичные методики облучения, всегда необходимо помнить о радиационных рисках, которым подвергаются пациенты и персонал учреждения здравоохранения при лучевой диагностике и лучевой терапии [1]. Для их устранения лечебное оборудование всегда должно находиться в исправном состоянии и соответствовать требованиям технической и нормативной документации.

В Витебском областном клиническом онкологическом диспансере (ВОКОД) проводится 3D планирование злокачественных опухолей всех локализаций и проведение лучевой терапии на линейных ускорителях Clinac iX и TrueBeam. Опыт работы физиков ВОКОД по использованию линейного ускорителя для лучевой терапии позволяет выделить следующие важнейшие этапы дозиметрического контроля медицинского линейного ускорителя и способы их реализации.

Перед началом работы нового линейного ускорителя, прежде всего, проводится конфигурация алгоритма расчета доз облучения в планирующей системе. Данные, требуемые для планирующей системы (фотонное излучение), включают: процентно-глубинные дозы, профильные изодозы, таблицу выходных коэффициентов, абсолютную дозу в опорной точке за определенное количество мониторинговых единиц. Они снимаются на ускорителях с помощью автоматизированных водных фантомов. В ВОКОД имеются два таких фантома разных фирм производителей – RTW MP3 Phantom и iba Blue Phantom.

Для абсолютной и относительной дозиметрии в ВОКОД используется следующее оборудование: ионизационные камеры – RTW 30001,30010 (0,6 см куб. Farmer), RTW 31010 (0,125 см куб. Semiflex), iba CC13 (0,13 см куб.), iba CC04 (0,04 см куб.), iba CC01 (0,01 см куб.) и диодные детекторы – iba PFD (active diameter 2mm, active thickness 0,03mm), iba SFD (active diameter 0,6mm, active thickness 0,04mm). Точность снимаемой характеристики зависит от разрешения применяемого детектора. Особенно это заметно на малых полях 1–3 см. С целью оптимизации рабочих характеристик оборудования проведен сравнительный анализ перечисленных детекторов.

Изучены процентно-глубинные дозы поля 1x1 см, профильные изодозы поля 3x3 см (рис. 1), значения выходных коэффициентов (рис. 2), в зависимости от используемого детектора.

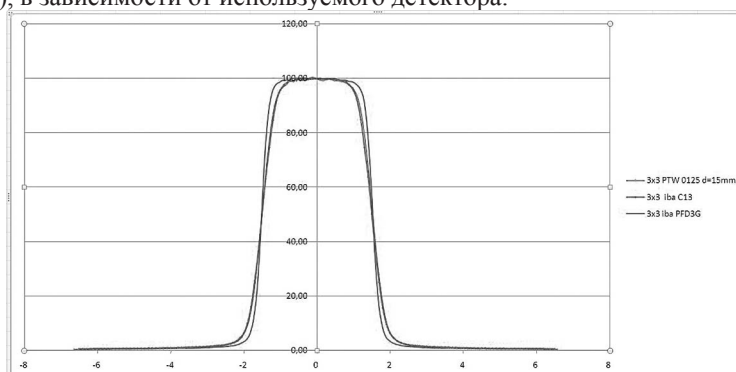


Рисунок 1 – X-Дистанция от центральной оси, см; Y-доза, %

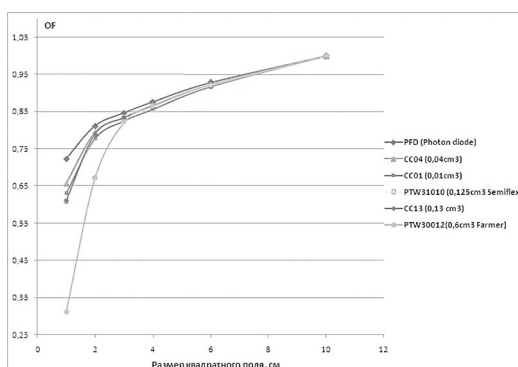


Рисунок 2

Планирующая система адаптирует измеренные данные, приводит их к своему стандарту. Но полутень профиля, измеренного детектором с высоким разрешением, после обработки не такая же, как измеренная детектором с меньшим разрешением. При отсутствии малых полей в планирующей системе, они будут экстраполированы. Установлено, что для улучшения качества расчетов доз при снятии данных для конфигурации модели алгоритма расчета необходимо использовать детекторы высокого разрешения.

Для абсолютной дозиметрии могут использоваться специальные водные и твердотельные фантомы. Замеры производятся на референсной глубине ионизационной камерой большого объема, например PTW 30001,30010 (0,6 см куб. Farmer). Для абсолютной дозиметрии в ВОКОД используется протокол TRS-398, в котором учитывается качество пучка и все необходимые поправочные коэффициенты. Абсолютную дозиметрию и, при необходимости, калибровку ускорителя нужно проводить не реже чем раз в три месяца.

Существуют различные устройства (матрицы) для быстрого периодического дозиметрического контроля линейного ускорителя, которые контролируют такие параметры как доза в центре поля, симметрия и гомогенность пучка. В ВОКОД» используются две такие матрицы разных фирм производителей: PTW QUICKCHECK 13 chambers (контролируемые параметры: CAX, Sim, flat, BQF) Поля 10x10, 20x20 см автоматический переход, хранение, корр. по t, P.) и Iba StarTrack (453 chambers до поля 27x27 см). При наличии в учреждении здравоохранения таких устройств для периодического контроля эти параметры необходимо проверять ежедневно. Но не все онкологические центры оснащены специальными устройствами, в этом случае необходимо проверять дозу в центре референсного поля два раза в неделю, посредством малого фантома для абсолютной дозиметрии.

Современный линейный ускоритель постоянно нуждается в дозиметрическом контроле, т.е. в работе медицинского физика. При качественном и своевременном контроле параметров ускорителя минимизируется ошибка по дозе облучения при лечении пациента.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Korolyova, N. Factors of radiation risk at radiodiagnosis and radiation therapy in healthcare institution / N. Korolyova, T. Chikova // Actual Environmental Problems: Proceedings of the VII-th International scientific conference for young scientists, graduates, master and PhD students. – Minsk, 2017. – P. 124–125.