

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра ядерной физики

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВВЕДЕНИЯ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВНЕШНЕЙ ЗАЩИТЫ ПАЦИЕНТА ПРИ
СЕАНСЕ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ**

студента VI курса
Загороднюка А.А.

Научный руководитель
доцент, канд. физ.-мат. наук
Кутень С.А.

Рецензент
доцент, канд. физ.-мат. наук
Дубовская И.Я.

«ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ»

Зав. кафедрой ядерной физики
доцент Тимо А.И. Тимощенко
«16» января 2018 г.

МИНСК 2018

Содержание

Список условных сокращений	3
Реферат	4
Abstract	6
Введение	8
1 Моделирование воздействия ионизирующего излучения на человека во время сеанса лучевой терапии	10
1.1 Устройство линейного ускорителя	10
1.2 Теоретические основы лучевой терапии	15
1.3 Обзор Monte Carlo программы MCNP	21
2 Создание модели для оценки дозовых нагрузок на органы человека во время сеанса лучевой терапии	26
2.1 Общее описание компьютерной модели	26
2.2 Верификация модели линейного ускорителя	29
2.3 Расчет мониторной единицы	35
2.4 Спектральный состав излучения линейного ускорителя	38
2.5 Описание программы построения компьютерной модели человека	48
2.6 Оценка дозовой нагрузки на органы человека во время сеанса облучения	50
Заключение	58
Список использованных источников	60

Реферат

Дипломная работа: 62 страницы, 37 рисунков, 7 таблиц, 37 источников.

Ключевые слова: линейный ускоритель, внешняя защита, поглощенная доза, Monte Carlo моделирование, компьютерная модель.

Работа посвящена изучению эффективности внедрения внешней защиты во время сеанса лучевой терапии, для снижения доз облучения здоровых органов и тканей пациента.

Исследование выполнялось для режимов облучения линейного ускорителя электронов (ЛУЭ) с максимальной энергией фотонов 6 МэВ. Было проведено компьютерное Монте-Карло моделирование облучения двух областей тела человека: голова и почки. Данные области соответствуют областям, в которых наиболее часто возникает рак у пациентов детского возраста.

Для моделирования тормозного излучения ЛУЭ была использована компьютерная модель медицинского линейного ускорителя Clinac 2100C/D, разработанная и детально описанная К. Kase и В. Bednarz. Модель представляет собой детально воссозданную головку линейного ускорителя, включающую основные компоненты формирования поля фотонного излучения и элементы защиты. Были построены две модели сеанса облучения взрослого человека квадратным полем 10×10 см для расстояния от источника (вольфрамовой мишени) до поверхности тела (РИП) 100 см. Тело человека моделировалось с помощью стандартного воксельного фантома человека, разработанного на основе компьютерных томограмм реального взрослого человека и детально описанного в МКРЗ Публикации №110.

Моделирование было проведено для двух сценариев облучения человека: при наличии внешней защиты и при ее отсутствии.

При моделировании облучения головы в поле облучения попали полностью или частично 23 органа. Поле облучения в области правой почки захватывало полностью или частично 40 органов.

Защитный экран представлялся свинцовым полуцилиндром с внутренним радиусом 27 см и толщиной 3 см. В области облучения в цилиндре сделан вырез, по ширине равный ширине поля облучения.

Проведенное моделирование показало, что степень снижения поглощенной дозы зависит от положения органа относительно поля облучения.

Для органов, хотя бы частично попадающих в пределы геометрических границ поля облучения, наблюдается незначительный эффект снижения дозы. Для органов, лежащих за пределами геометрической области, наблюдается снижение поглощенной дозы вплоть до 50%. Эффективность защиты возрастает с увеличением расстояния между органом или тканью и геометрической границей поля облучения.

Результаты расчета показывают, что внешний защитный экран может оказаться полезным приспособлением для дополнительного снижения доз облучения на здоровые органы и ткани пациента, которые располагаются вне поля облучения очага поражения.

Применение внешней защиты во время сеанса лучевой терапии может обеспечить дополнительное снижение дозовых нагрузок на жизненно важные органы, находящиеся вблизи границ поля облучения. Для более детального описания снижения дозовых нагрузок на жизненно важные органы, в последующих исследованиях планируется использование гибридных фантомов детей, разработанных Choonsik Lee.

Abstract

Graduate work: 63 pages, 37 figures, 7 tables, 37 references.

Keywords: linear accelerator, outer protection, absorbed dose, Monte Carlo modelling, computer model.

Thesis is dedicated to the effect of introduction of additional shielding during a radiotherapy session to determine the reduction of radiation doses on healthy organs and tissues of a patient.

The investigation was carried out for irradiation regimes of a linear electron accelerator with a maximum photon energy of 6 MeV. A computer Monte Carlo simulation of the irradiation of two areas of the human body was performed: head and kidneys. These areas correspond to the areas in which cancer often occurs at children.

To simulate the bremsstrahlung of LINAC, the computer model of the clinical linear accelerator Clinac 2100C / D was used. The model was developed by K. Kase in and B. Bednarz in.

The model of the LINAC is a thoroughly reconstructed head of a linear accelerator, which includes the main components of the formation of the photon radiation field and the elements of shielding. Two models of an adult human irradiation session were constructed with a square field of 10×10 cm for the distance from the source (tungsten target) to reference standard voxel phantom of a male human, developed on the basis of computer tomograms of a real adult male human and presented in the ICRP Publications No. 110.

The first irradiation area (head) consists of 23 organs, the second irradiation area (kidney) consists of 40 organs.

Simulation was carried out for two scenarios of human exposure: in the presence of external protection and in its absence.

The external protection is a lead half cylinder with an internal radius of 27 cm and a thickness of 3 cm. In the irradiation region, there was a hole made in the cylinder, equal to the width of the irradiation field.

The performed simulation showed that the decrease of the absorbed dose depends on the position of the organ relative to the irradiation field.

For organs that lying at least partially within the geometric boundaries of the irradiation field, there is a slight effect of dose reduction. For organs lying outside the geometric region, a decrease in the absorbed dose is observed up to 50%. The effectiveness of protection increases with increasing distance between the organ or tissue and the geometric boundary of the irradiation field.

The results of the calculation show that an external protective shield can be a useful device for further reducing radiation doses on healthy organs and tissues of the patient, which are located outside the field of irradiation of the lesion.

The use of external protection during a radiotherapy session can provide an additional reduction in dose loads to vital organs located near the boundaries of the field of irradiation. For a more detailed description of the reduction of dose loads on vital organs, in future studies, it is planned to use hybrid phantoms of children, developed by Choonsik Lee.