

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://stuservis.ru/diplomnaya-rabota/108076>

Тип работы: Дипломная работа

Предмет: Физика

Введение 3

Глава 1. Лучевая терапия на пучках фотонов и электронов в теоретическом аспекте 5

1.1. Физические основы лучевой терапии на пучках фотонов и электронов 5

1.2. Современное оборудование для лучевой терапии 12

Выводы по первой главе 25

Глава 2. Анализ практического использования лучевой терапии на пучках фотонов и электронов 26

2.1. Лучевая терапия на пучках фотонов и электронов как метод лечения онкологических больных 26

2.2. Преимущества, недостатки и проблемы метода лучевой терапии 46

Вывод по второй главе 53

Заключение 54

Список литературы 56

Введение

Знания человечества об атомном ядре породили достаточно молодую практическую ветвь медицины – ядерную медицину. Профессионалы из области ядерной медицины занимаются применением радионуклидных фармацевтических препаратов в диагностике и лечении. Ядерная медицина быстро развивается, поскольку востребована человеком. Согласно данным исследователя А.В. Бойко, актуальность ядерных технологий в медицине подтверждается официальной мировой статистикой, которая предоставляет тревожные данные по заболеваемости раком – ежегодно от онкологии в мире умирает 8-9 миллионов человек [7, стр. 46].

По состоянию развития отрасли ядерной медицины на 2018 год компания «Роснано» открыла 11 центров ядерной медицины в столице России. Оба направления ядерной медицины: и радионуклидная диагностика, и лучевая терапия развиваются, подбираются наилучшие современные способы борьбы с раком. Именно лучевая терапия как технология лечения, в том виде, какой она является сейчас, нуждается в доработке, корректировке некоторых недостатков [17].

Таким образом, цель данного исследования: изучить процесс лучевой терапии на пучках фотонов и электронов.

В качестве объекта исследования выбираем процесс лучевой терапии в ядерной медицине.

Предметом исследования обозначим лучевую терапию на пучках фотонов и электронов.

Согласно определенной цели работы, объекту и предмету исследования, ставим перед собой ряд задач:

- 1) описать физические основы лучевой терапии;
- 2) изучить современное оборудование для лучевой терапии;
- 3) проанализировать лучевую терапию на пучках фотонов и электронов как метод лечения онкологических больных;
- 4) выявить преимущества, недостатки и проблемы метода лучевой терапии.

При работе применяем методы теоретического характера: изучение физической, медицинской литературы по теме исследования, анализ статистических данных.

Структура работы: исследование состоит из 60 страниц, введения, двух глав, выводов по каждой главе, заключения, списка литературы. В работе содержится 1 таблица и 14 рисунков.

Глава 1. Лучевая терапия на пучках фотонов и электронов в теоретическом аспекте

1.1. Физические основы лучевой терапии на пучках фотонов и электронов

Лучевая терапия используется в онкологии почти 120 лет. Немецкий физик Вильгельм Конрад Рентген открыл X-лучи («неизвестные лучи») и исследовал их свойства в 1895 г. Уже в следующем, 1896 г. его французский коллега Анри Беккерель сообщил о естественном радиоактивном излучении, испускаемом солями урана, со свойствами рентгеновских лучей.

В 1902 г. супругам Пьеру и Мари Кюри удалось выделить из нескольких тонн смоляной урановой руды 0,1 г нового химического элемента, радиоактивность которого оказалась в миллион раз выше, чем у урана. Они назвали его радий (от лат. *radium* — лучистый). Этот элемент дал название науке — радиологии, методу лечения — радиотерапии и специалистам — радиологам, радиационным онкологам.

С 1896 г. началось применение рентгеновских лучей для лечения кожных заболеваний, а чуть позже были предприняты попытки их использования при злокачественных опухолях [24].

Тултаев А.В. считает, что открытие радиоактивности вызвало небывалый интерес в среде ученых и медиков, которые немедленно стали использовать новый вид энергии не только в эксперименте на лабораторных животных, но и непосредственно в клинических условиях. Возникновение ожогов кожи у физиков-экспериментаторов навело ученых на мысль о наличии повреждающего действия рентгеновских лучей, а позднее и радия, а также на идею использования этого эффекта для уничтожения злокачественных опухолей. Улучшение результатов лечения онкологических заболеваний всегда было важной задачей. В начале XX в., когда показатели пятилетней выживаемости онкологических больных при всех стадиях в целом были менее 5%, разработка нового метода воздействия на опухоль была чрезвычайно актуальной [25].

Отсутствие знаний о природе лучей и их воздействии на живой организм привело к поражению кожи и подлежащих тканей как у лиц, проводящих эксперименты с облучением, так и у значительного числа пациентов. У многих радиологов в те годы отмечалось появление постлучевых язв, развитие индуцированных злокачественных опухолей, лейкозов в связи с постоянным воздействием радиации [24].

Позже, тот факт, что на клетки опухолей ионизирующие излучения оказывают большее действие, чем на здоровые клетки организма, позволил разработать современные физические принципы лучевой терапии онкологических заболеваний. В их основе лежит облучение органов, частей тела или всего организма.

Канаев С.В. описывает, каким образом физиками и радиобиологами подбираются дозы и виды излучений, а также их пространственное распределение, приводящие к максимальному эффекту. Задача физиков заключается в подборе параметров облучения для наилучшего совпадения объема облучаемой части тела — мишени и области максимальной поглощенной дозы, которая является летальной для клеток мишени. При этом на окружающие мишень здоровые ткани и критические органы (не выдерживающие больших доз) должна прийти минимальная поглощенная доза, недостаточная для повреждения или нарушения их функций. Также другое важнейшее требование состоит в равномерности распределения дозы по всему объему мишени [12, стр. 582].

1) Опишем физические основы лучевой терапии на пучках фотонов.

Для получения пучка фотонов используется ускоритель электронов (линейный, бетатрон или микротрон). На первом этапе процесса с помощью аппаратного средства получают пучок электронов с высокими энергиями. Затем пучок энергичных электронов «сбрасывают» на тормозную мишень. Как следствие в мишени образуется пучок тормозных гамма-квантов электромагнитного излучения (пучок фотонов), имеющих спектр, называемый спектром Шиффа. Форма спектра Шиффа важна с физической точки зрения, он дает информацию об энергии рожденных на установке гамма-квантов. Можно получить гамма-кванты с различными энергиями, от чего будет зависеть глубина их проникновения в тело человека. Исследованием форм спектров Шиффа занимались Адо Ю.М., Беловинцев К.А., Столяров С.Н. [1]. В качестве примера приведем спектр Шиффа, полученный данными исследователями с помощью пучка электронов с энергиями до 260 МэВ (рисунок 1).

Рисунок 1. Спектры тормозного излучения Шиффа электронов с энергиями 260 МэВ [1, стр. 193]

Таким образом, стала возможной аппаратная реализация подбора глубины проникновения фотонов в человеческое тело до пораженных клеток.

Следует отметить, что энергия используемых гамма-квантов подбирается еще и в зависимости от локализации участка тела, на которое нацелено облучение. Поэтому в каждом случае проявляется индивидуальный подход к пациенту.

Исследования Голдобенко Г.В. и Костылева В.А. демонстрируют наиболее удачный подбор диапазонов энергии тормозного излучения. Гамма-кванты с максимальной энергией 4–6 МэВ наиболее широко используются при опухолях головы и шеи (55% случаев), лимфомах (60%), центральной нервной системы (70%). Гамма-кванты с энергией 8–25 МэВ используются при новообразованиях костей (50%), мочеполовой системы (75%), желудочно-кишечного тракта (95%), легкого (90%) и женской половой сферы. При глубоко расположенных опухолях применяют облучение с двух и более направлений пучками, пересекающимися в

области мишени. При этом доза в очаге оказывается выше дозы на поверхности тела [10, стр. 27]. Белоусов А.В. и его коллеги в работах по электронной терапии указывают на историю внедрения лучевой терапии в практику, обращая внимание на то, что в качестве тормозных мишеней использовались такие радионуклиды как ^{226}Ra (радий), ^{137}Cs (цезий), ^{60}Co (кобальт) [4, 5]. Каждый нуклид обладает своими преимуществами и недостатками. Однако из всех источников самым подходящим для лучевой терапии внешними пучками оказался ^{60}Co , при распаде которого образуется гамма-кванты с энергиями 1,17 и 1,33 МэВ. Его преимуществами перед радиевым и цезиевым источниками являются [4, стр. 58]:

- 1) возможность получения более высокой удельной активности облучения;
- 2) возможность получения более высокой средней энергии гамма-излучения.

Максимум дозы при использовании гамма-излучения кобальта сдвинут с поверхности тела вглубь приблизительно на 0,5 см (рисунок 2), что уменьшает облучение кожи.

Рисунок 2. Зависимость величины дозы от глубины проникновения в ткань(I - рентгеновские лучи (200кВ), II - излучение ^{60}Co , III - высокоэнергетичные фотоны с энергией 22 МэВ, IV - электроны с энергией 22 МэВ, V - протоны с энергией 200 МэВ, VI - модулированный пик Брэгга [26, стр. 32]

В работах Кан Ф.М. описан способ получения радионуклида ^{60}Co методом облучения нейтронами из реактора стабильного изотопа ^{59}Co в реакции $^{59}\text{Co}(n, \gamma)^{60}\text{Co}$. Современные гамма-терапевтические аппараты с мишенью из ^{60}Co позволяют осуществлять различные геометрии и режимы облучения [43, стр. 85].

Для уменьшения дозы на поверхностных тканях для кобальтового гамма-источника стали применять статическое и подвижное облучение тканей. Статическое облучение производят с одного направления (однополюсное) или нескольких направлений (многополюсное).

При проведении подвижного облучения источник все время движется вокруг пациента, оставаясь при этом «наведенным» на патологический очаг. С точки зрения медицины довольно привлекательным является именно этот способ облучения, позволяющий уменьшить дозу на поверхностных тканях. Так же, к преимуществу данного метода следует отнести еще более сильное понижение дозы в окружающих здоровых тканях. Общий объем облучаемых тканей возрастает, но интегральная поглощенная доза при таком облучении остается постоянной [43, стр. 87].

2) Опишем физические основы лучевой терапии на пучках электронов.

Для облучения опухолей пучками электронов применяются те же ускорители, что и при использовании фотонов, минует лишь этап обстрела кобальтовой мишени. В данном случае пучок электронов сразу направляется на рассеивающую фольгу для равномерного облучения тканей.

Тултаева А.В., Черняева А.П. исследуют применение в медицинских целях пучков электронов с энергиями от 4 до 50 МэВ [25]. В двухтысячных годах отечественная наука особенно тщательно исследует процесс использования электронных пучков с энергиями 50-70 МэВ. Зарубежные исследователи кооперируются с российскими для исследования электронных пучков с энергиями 150-250 МэВ. Так появилась совместная работа Розьера С., Москвина В. [37].

Внимание исследователей электронные пучки привлекли не случайно, оказалось, что распределение дозы облучения от пучка электронов, достигнув максимума, спадает гораздо быстрее, чем доза от пучка гамма-квантов. Данный факт позволяет избежать облучения здоровых тканей, расположенных за опухолью. Но в тоже время этот факт и ограничивает применение метода. В работе Кан Ф.М. говорится о возможности применения облучения пучками электронов в лучевой терапии только в случаях, когда опухоль расположена на поверхности или на глубине до пяти сантиметров. При этом максимум дозы, поглощенной в теле пациента, смещен вглубь на 0,1–2,5 см. (рисунок 1). Этого оказывается достаточно для того, чтобы кожа не получила ожог при облучении. К недостаткам распределения дозы пучков электронов относится сильное боковое рассеяние. При прохождении через ткани размер пучка растет с глубиной его проникновения [43, стр. 108].

Исследования Голдобенко Г.В. и Костылева В.А. говорят об успешном применении пучков ускоренных электронов с энергиями до 20 МэВ с целью лечения неглубоко залегающих опухолей рака кожи и губ, при облучении грудной клетки в случае рака груди [10, стр. 58].

К настоящему времени в направлении лучевой терапии с помощью электронных пучков выделяется несколько специальных методик. Опишем их подробнее.

- 1) Подвижное облучение электронами. Подвижное облучение проводится при перемещении источника по дуге, изоцентр которой расположен на некоторой глубине в теле пациента. В исследовании Бочаровой И.А.

показано, что при подвижном облучении максимум дозы смещается на большую глубину по сравнению со статическим пучком той же энергии, а доза на поверхности уменьшается. Объясняется это тем, что при подвижном облучении области, расположенные глубже в ткани облучаются в течение более длительного времени, чем лежащие ближе к поверхности. Эти эффекты становятся более выраженными с увеличением энергии электронов [6, стр. 15].

2) Интраоперационная лучевая терапия. Интраоперационная лучевая терапия - это метод лечения онкологических больных однократным подведением высокой дозы, когда доступ к мишени обеспечивается хирургическим путем и облучается либо сама опухоль, либо ложе после ее удаления. В работе Бочаровой И.А описывается способ проведения интраоперационной лучевой терапии. В операционную рану пациента в стерильных условиях вставляют специальный пластиковый или металлический тубус, который соединяется другим концом с облучающей головкой. Тубусы не только формируют поле облучения, но и экранируют от первичного излучения ткани и органы, находящиеся вне его [6, стр. 18].

3) Методика тотального облучения кожи. Для тотального облучения кожи используются электроны с энергиями 2-9 МэВ [6, стр. 20].

Исследование возможностей применения в лучевой терапии пучков электронов высоких энергий 150 – 250 МэВ в работе Розьера С. и Москвина В. показывает, что в этом случае распределение дозы в зависимости от глубины проникновения пучка в ткань медленно спадают, максимум смещается вглубь среды на глубину до 10 см и уменьшается рассеяние пучка. Увеличивается также доза, получаемая тканями, по сравнению с дозой на поверхности и, таким образом, повышается эффективность облучения опухоли. Эффективность возрастает при облучении опухоли такими пучками с разных сторон. Однако в этом случае возрастает доза, получаемая здоровыми тканями за ней [37, стр. 1781].

Описывая физические основы лучевой терапии, видим неразрывную связь практической медицины с естественнонаучным направлением науки, их совместное плановое развитие, самоотверженность ученых в работе по борьбе с онкологическими заболеваниями.

1.2. Современное оборудование для лучевой терапии

Первые аппараты для проведения дистанционной лучевой терапии появились в 1920—1921 годах, имели громоздкое строение, маленькие выходные отверстия диафрагмы, что создавало сложности при лечении опухолей. Радиевая бомба Слуса-Кеслера была снабжена массивом аппликаторов для создания необходимого объема облучения. Сеанс лучевой терапии на этом аппарате занимал продолжительное время. Радиевая бомба Фейлы отличалась большей мощностью дозы, наличием фильтров, улучшенной защитой и коллимацией (рисунок 3) [24].

А) Б)

Рисунок 3. А) – радиевая бомба Слуса-Кеслера Б) – радиевая бомба Фейлы [24]

Уже в то время наиболее широкое практическое применение получил изотоп ^{60}Co . Было установлено, что его лучи обладают высокой проникающей способностью. По мощности излучения 17 г радиоактивного

Заключение

В данной работе нами изучен процесс лучевой терапии на пучках фотонов и электронов. В рамках первой главы нами решены две задачи: описаны физические основы лучевой терапии; изучено современное оборудование для лучевой терапии.

По вопросу физических основ лучевой терапии отметим наличие удивительно тесной взаимосвязи физики и медицины, а так же неразрывность теоретической науки и практики. Ученые физики, положив собственную жизнь во благо науки, работая без специальной защиты над изучением радиоактивных препаратов, дали шанс на выздоровление от онкологических заболеваний миллионам больных. Отдавая должное конструкторам, следует еще раз упомянуть о высочайших технологиях, которые используются при производстве медицинского оборудования. Научно-технический прогресс, не останавливаясь, движется вперед, техника для проведения лучевой терапии непрерывно совершенствуется, усложняется, и упрощает борьбу со злокачественными опухолями.

В рамках второй главы нами решены последующие две задачи: лучевая терапия на пучках фотонов и электронов проанализирована как метод лечения онкологических больных; выявлены преимущества,

недостатки и основные проблемы метода лучевой терапии.

Лучевая терапия является одним из первых методов лечения онкологических больных. История развития метода довольно богата, накоплено множество статистических данных, полученных практическим путем, предприняты успешные попытки совершенствования метода лучевой терапии.

Применяемая для лечения серьезного заболевания, лучевая терапия, в свою очередь, так же является серьезным методом лечения. Знакомясь с описанием проведения лучевой терапии в медицинских источниках, понимаем, что метод имеет ряд показаний и противопоказаний, пациенты знакомятся с перечнем побочных эффектов, но так же и осознают тот факт, что это может быть единственно возможным путем их выздоровления.

Таким образом, считаем цель работы достигнутой, задачи выполненными

- 1) Адо Ю.М., Беловинцев К.А., Столяров С.Н. Спектр тормозного излучения электронов с энергией 260 МэВ / Атомная энергия. - Т. 12. - вып. 3. - 1962. - С. 193-197. - [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://elib.biblioatom.ru/text/atomnaya-energiya_t12-3_1962/go,8/
- 2) Артемова Н.А. Предлучевая подготовка с использованием объемного планирования: инструкция по применению. - Минск. - 2005 - 7 с.
- 3) Артемова Н.А. Программа гарантии качества лучевой терапии / Онкологический журнал. - 2007. - Т.1. - №1. - С. 28-36.
- 4) Белоусов А.В. Расчет эквивалентной дозы при прохождении пучков фотонов и электронов через вещество. - Диссерт. канд. наук. - М. - 2007. - 119 с.
- 5) Белоусов А.В., Грязнов С.В., Куракин А.А., Черняев А.П. / Научная сессия МИФИ-2005. - Т.5. - С. 209-223.
- 6) Бочарова И.А. Электронная лучевая терапия и области ее применения / Медицинская физика. - №7. - 2000. - С. 13-26.
- 7) Бойко А.В. Эволюция идеологии лучевой терапии на основе ее коренного технического перевооружения / Медицинская радиология и радиационная безопасность. - 2006. - Т.51. - №1. - С. 46-53.
- 8) Бrame А. Последние достижения в оптимизации планирования и проведения лучевой терапии / Медицинская радиология и радиационная безопасность. - 1995. - Т.40. - №5. - С. 70 - 81.
- 9) Булаева В.В., Шамилов А.К., Ткачев С.И., Нечушкин М.И. Роль внутрисполостной лучевой терапии в лечении рака пищевода / Вестник РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН. - 1998. - [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-vnutripolostnoy-luchevoy-terapii-v-lechenii-raka-pischevoda>
- 10) Голдобенко Г.В., Костылев В.А. Актуальные проблемы радиационной онкологии и пути их решения. - М. - 1994. - 67 с.
- 11) Залуцкий И.В. Злокачественные опухоли солидной природы у населения Республики Беларусь / Онкологический журнал. - 2007. - Т.2. - №2. - С. 5-14.
- 12) Канаев С.В. Современные технологии дистанционной радиотерапии злокачественных опухолей / Вопросы онкологии. - 2006. - Т. 52. - № 5.- С. 582-589.
- 13) Канаев С.В. Томотерапия - современный метод лучевого лечения онкологических больных / Вопросы онкологии. - 2008. - Т.54. - № 2.- С. 232-236.
- 14) Карякин О.Б. Дистанционная лучевая терапия при раке предстательной железы / Материалы I съезда урологов Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Режим доступа: urobel.ru/meetings/Belarus.-2008/070.html
- 15) Комар Е.Г. Ионизирующие излучения / Вестник РАН. - 1973. - С. 25-29.
- 16) Кузнецов Д.А. Ядерная медицина и как устроена инфраструктура вокруг нее. - 2018. - [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://tass.ru/tech/6820110>
- 17) Лучевая терапия / ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России. - [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://nmicr.ru/meditsina/vysokotekhnologichnaya-meditsinskaya-pomoshch/luchevaya-terapiya/>
- 18) Лучевая терапия в лечении рака: практическое руководство. ВОЗ. - М: Медицина. - 2000. - 338 с.
- 19) Мардынский Ю.С. Основные направления развития современной лучевой терапии / Материалы III съезда онкологов СНГ. - Минск. - 2004. - Т.1. - С. 55-58.
- 20) Напалков Н.П. Демографический процесс и злокачественные новообразования / Материалы III съезда онкологов СНГ. - Минск. - 2004. - Т.1. - С. 15-24.
- 21) Паньшин Г.А., Рыбаков Ю.Н., Близнюков О.П., Гваришвили А.А., Васильев В.Н. Лучевая терапия базальноклеточного рака кожи с использованием близкофокусной рентгенотерапии и электронного излучения с энергией 6-12 МэВ / Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр рентгенорадиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации. - 2015. -

[Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/luchevaya-terapiya-bazalnokletochnogo-raka-kozhi-s-ispolzovaniem-blizkofokusnoy-rentgenoterapii-i-elektronnogo-izlucheniya-s-energiey>

22) Пышняк В.Л. Вычисление дозы и мониторинговых единиц в пучках фотонов высокой энергии / Модернизация ядерной медицины. - Минск: БелЦНМИ. - 2000. - С.15-19.

23) Рябцева А.М., Нечуткий М.И., Марьяна Л.А., Андросов Л.С. Внутритканевая лучевая терапия рецидивов и метастазов рака тела и шейки матки во влагалище с применением радиоактивных источников излучения кобальт-60 / Вестник РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН. - 1994. - [Электронный ресурс] / Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/vnutritkanevaya-luchevaya-terapiya-retsdivov-i-metastazov-raka-tela-i-sheyki-matki-vo-vlagalische-s-primeneniem-radioaktivnyh>Тарутин И.Г. Трехмерное планирование дистанционного облучения и пути его реализации / Новые технологии в клинической онкологии. - Минск: НИИОМР. - 1999. - С. 99-109.

24) Трофимова О.П., Ткачев С.И., Юрьева Т.В. Прошлое и настоящее лучевой терапии в онкологии. - 2013. - [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://bloodjournal.ru/wp-content/uploads/2015/11/355-364.pdf>

25) Тултаев А.В., Черняев А.П. Способ лучевой терапии. Патент №2209643 от 29.01. 2001.

26) Черняев А.П. Ионизирующие излучения. - М.: Наука. - 2014. - 95 с.

27) Черняев А.П., Колыванова М.А., Борщеговская П.Ю. Радиационные технологии в медицине. Медицинские ускорители. - ВМУ. Серия 3. Физика, астрономия. - 2015. - № 6. - С. 28-36.

28) Adler J.R. et al. / Stereotactic and Functional Neurosurgery. - 1997. - 69. - P.124.

29) Allibone T.E. et al. / Electrical Engineers. - 1939. - №85. - P. 657.

30) Amaldi U. / Proc. of EPAC 2000. - Vienna. - 2000. - P.3.

31) Brabbins D. A dose-escalation trial with the adaptive radiotherapy process as a delivery system in localized prostate cancer: analysis of chronic toxicity / Int J Radiat Oncol Biol Phys. - 2005. - Vol. 61. - №2. - P. 400-408.

32) Chang J.Y. Image-Guided Radiation Therapy for Non-small Cell Lung Cancer /Journal Thorac. Oncology. - 2008. - Vol. 3. - № 2. - P. 177 - 186.

33) Choi Y. Impact of intensity-modulated radiation therapy as a boost treatment on the lung-dose distributions for non-small-cell lung cancer / Int J Radiat Oncol. Biol. Phys. - 2005. - Vol. 63. - № 3. - P. 683-689.

34) Cox J. Image-Guided Radiotherapy of Lung Cancer. - Informa Healthcare. - 2007. - 192 p.

35) Cozzi, L. Clinical experience in breast irradiation with intensity modulated photon beams / Medical Physics Unit, Oncology Institute of Southern Switzerland. - 2005. - Vol.44. - № 5. - P. 467-474.

36) Crocker I.R. Innovations inVascular brachytherapy from the Radiation Therapeutists perspective / Brachytherapy for 21st Century. - Nucletron. - 1998. - P. 9-23.

37) DesRosier C., Moscvin V., Bielajew A.F., Papiez L. 150 - 250 MeV electron beams in radiation therapy / Phys.Med.Biol. - №45. - 2000. p 1781-1789.

38) Douglas J. Wagenaar Ph. D. - 7.1.3 The Bragg Curve // RADIATION PHYSICS PRINCIPLES. - 1995. - P. 23-29.

39) Girinsky T. Is intensity-modulated radiotherapy better than conventional radiation treatment and three-dimensional conformal radiotherapy for mediastinal masses in patients with Hodgkins disease, and is there a role for beam orientation optimization and dose constraints assigned to virtual volumes? / Int J Radiat Oncol Biol Phys. - 2006. - Vol.64. - № 1. - P. 218-226.

40) Hamm R. / Proc. of IPAC-13. - Shanghai. - 2013. - P. 2100.

41) Hansen O. Curative radiotherapy of local advanced non-small-cell lung cancer. Eight years of experience from odense / Ugeskr Laeger. - 2005. - Vol.167. - № 37. - P. 3497-3502.

42) Kavanagh B.D. Stereotactic radiosurgery and stereotactic body radiation therapy: an overview of technical considerations and clinical applications / Hematology/Oncology of Clinical North America. - 2006. - Vol. 20. - № 1. P. 87-95.

43) Khan F.M. The Physics of Radiation Therapy, second edition. - USA.: Williams&Wilkins. - 1994. - 542 p.

44) Kong F.M., High dose radiation improved local tumor control and overall survival in patients with inoperable unresectable non-small lung cancer long term results of a radiation dose escalation study / International journal of radiation oncology, biology, physics. - 2005. - Vol. 63. - № 2. - P. 324-333.

45) Kukulowicz P. Comparison between dose values specified at the ICRU reference point and the mean dose to the planning target volume / Radiotherapy and Oncology. - 1997. - Vol. 42. - № 3. - P. 271 - 277.Scharf W., Wieszczycka W. / Eksploatacja i niezawodnosc. - 2001. - №4. - P.4.

46) Luo W. Dosimetric evaluation for three dimensional conformal, conventional, and traditional radiotherapy plans for patients with early nasopharyngeal carcinoma / Ai Zheng. - 2004. - Vol. 23. - № 5. - P. 605-608.

47) Ma L. An investigation of eye lens dose for gamma knife treatment of trigeminal neuralgia / L. Ma, L. Chin, M. Sarfaraz, D. Shepard, C. Yu // Journal of applied clinical medical physics. - 2000. - Vol. 1. - № 4.- P. 116-119.

Эта часть работы выложена в ознакомительных целях. Если вы хотите получить работу полностью, то приобретите ее воспользовавшись формой заказа на странице с готовой работой:

<https://stuservis.ru/diplomnaya-rabota/108076>