КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ
Физико-технический факультет
Кафедра теоретической и ядерной физики

«Основы производства радиоактивных изотопов»

Лекция 11. Радиационная безопасность и обращение с радиоактивными материалами.

и.о. доцента кафедры
теоретической и ядерной физики
PhD Зарипова Ю.А.

Цель лекции: сформировать представление об основных принципах, нормативных требованиях и практических мерах обеспечения радиационной безопасности, раскрыть особенности защиты персонала, пациентов и населения от воздействия ионизирующего излучения, а также рассмотреть требования безопасного обращения с радиоактивными материалами.

Результаты обучения:

По завершении лекции обучающийся будет способен:

1. Объяснять основные цели радиационной защиты и различать детерминированные и стохастические эффекты воздействия ионизирующего излучения.
2. Характеризовать основные принципы радиационной безопасности: обоснование, оптимизацию и нормирование доз облучения.
3. Описывать нормативные требования и организационные меры обеспечения радиационной безопасности персонала, пациентов и населения.
4. Объяснять назначение радиационного контроля, индивидуальной дозиметрии и референтных диагностических уровней (РДУ).
5. Характеризовать основные меры радиационной защиты при обращении с радиоактивными материалами и проведении диагностических и терапевтических процедур.

Последствия радиационного облучения

Детерминированные эффекты

смерть, ожоги кожи, катаракта, бесплодие

Стохастические эффекты

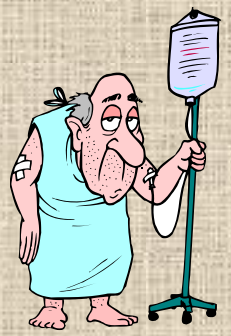
рак, генетические эффекты

ЦЕЛИ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

- **ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ** детерминированных эффектов
- **ОГРАНИЧЕНИЕ** вероятности стохастических эффектов

Кто должен быть защищен в ядерной медицине?

- Пациент
- Члены его/её семьи
- Персонал
- Население



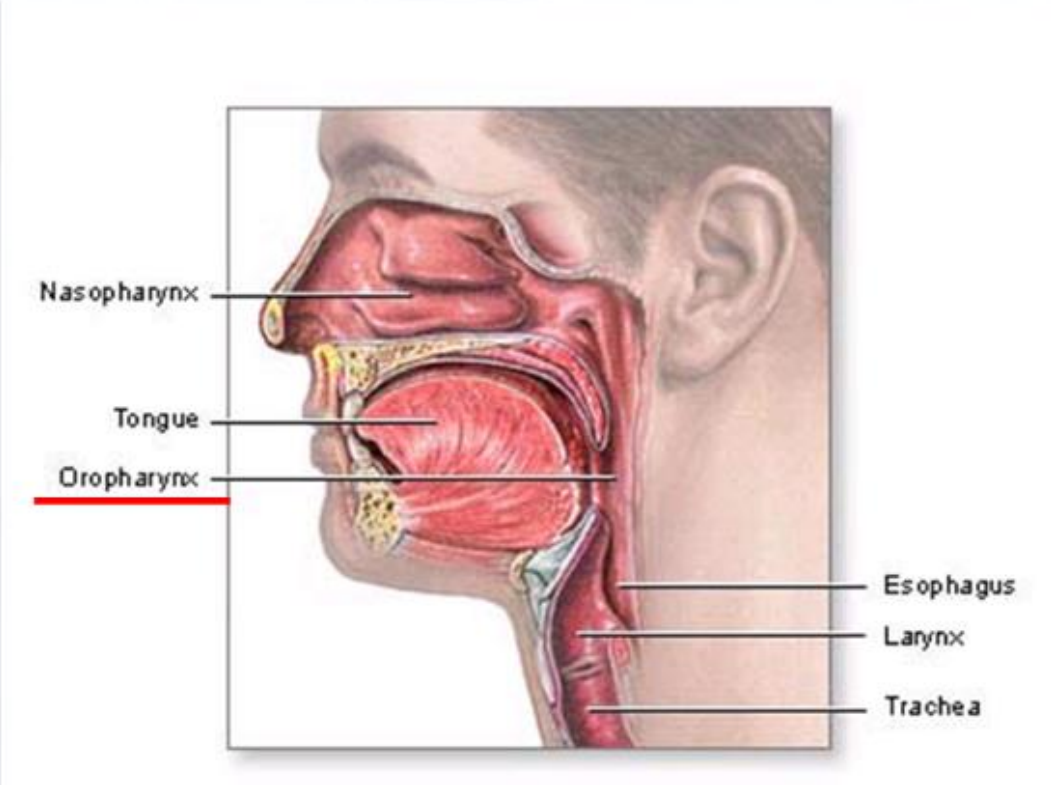


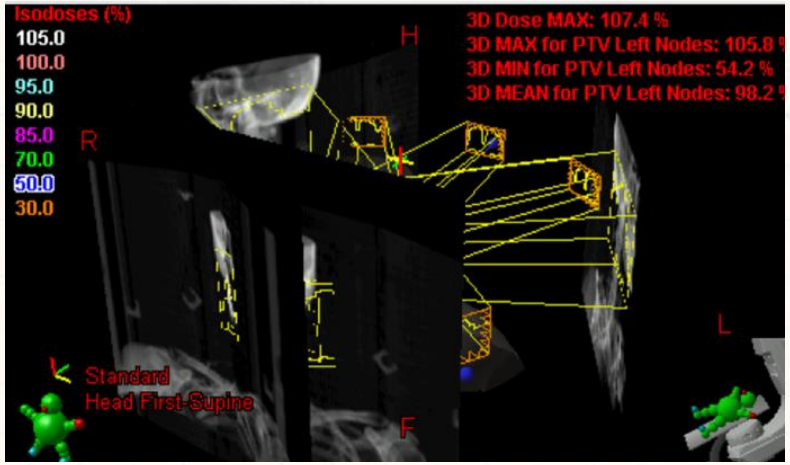

РАЗДЕЛ 1: ИНЦИДЕНТ ШТАТА НЬЮ-ЙОРК

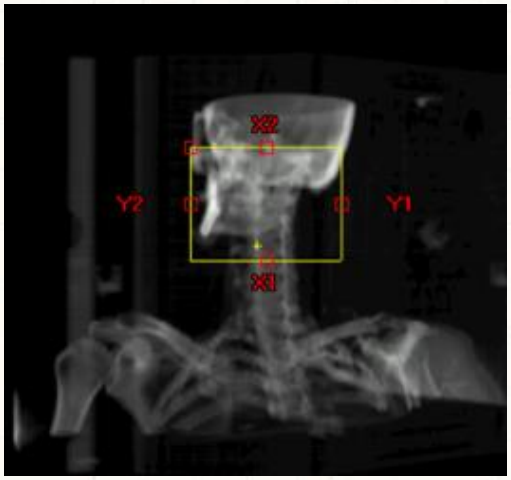
ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

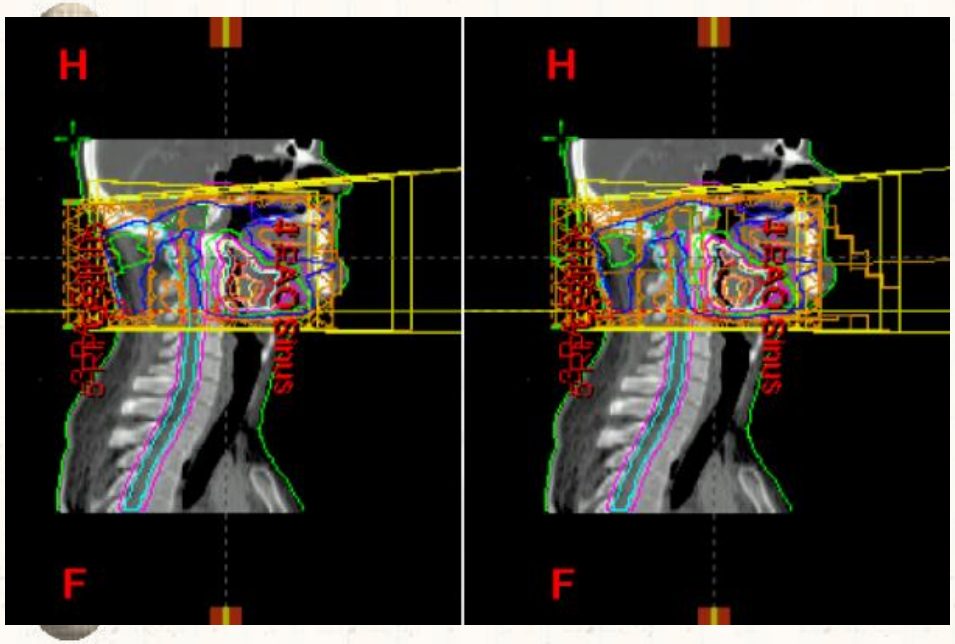
Март 2005-го года, штат Нью-Йорк
Пациент готовиться к лучевой терапии (ЛТМИ) рака ротоглотки

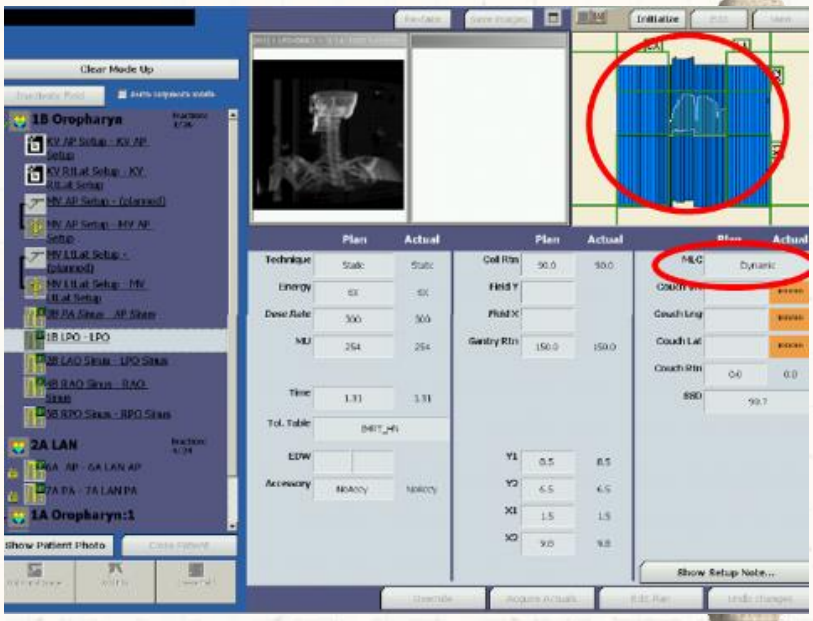
Лучевая терапия с модулированной интенсивностью IMRT. использует пространственное 3D-сканирование тела для направления к опухоли пучков излучения под разными углами. При каждом из этих углов интенсивность излучения варьируется (модулируется) при помощи многолепесткового коллиматора (HD MLC), и форма пучка изменяется для соответствия форме опухоли. Эти корректировки позволяют доставить нужную дозу излучения к каждой части опухоли.











Инцидент Штата Нью-Йорк

ИТОГИ

1. План ЛТМИ подготовлен для пациента с раком ротоглотки.
2. Первый сеанс выполнен правильно.
3. Врач изменил объем с целью уменьшения дозу на зубы.
4. Первоначальный план скопирован и модифицирован.
5. Во время сохранения плана произошел сбой компьютера.
6. В результате сохранен флюенс, но не рентгенограммы и контрольные точки МЛК
7. Отсутствие апертуры МЛК на экране консоли не было замечено при проведении облучения пациента.
8. Проверка модифицированного плана была проведена только после 3 сеансов.

Пациент получил **13 Гр за сеанс** течении трех сеансов, т.е. **39 Гр за 3 сеанса**.

РАЗДЕЛ 2: ЭПИНАЛЬСКИЙ ИНЦИДЕНТ

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Май 2004 года, больница Жан Моне в городе Эпиналь во Франции

- …было решено перейти от использования механических клиньев при облучении простаты к динамическим клиньям.

- В стране с недостатком медицинских физиков, в данной клинике был всего один медицинский физик, который также еще работал по вызову в другой клинике.

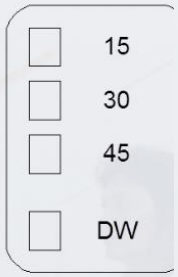


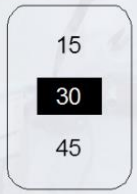
РАЗДЕЛ 2: ЭПИНАЛЬСКИЙ ИНЦИДЕНТ

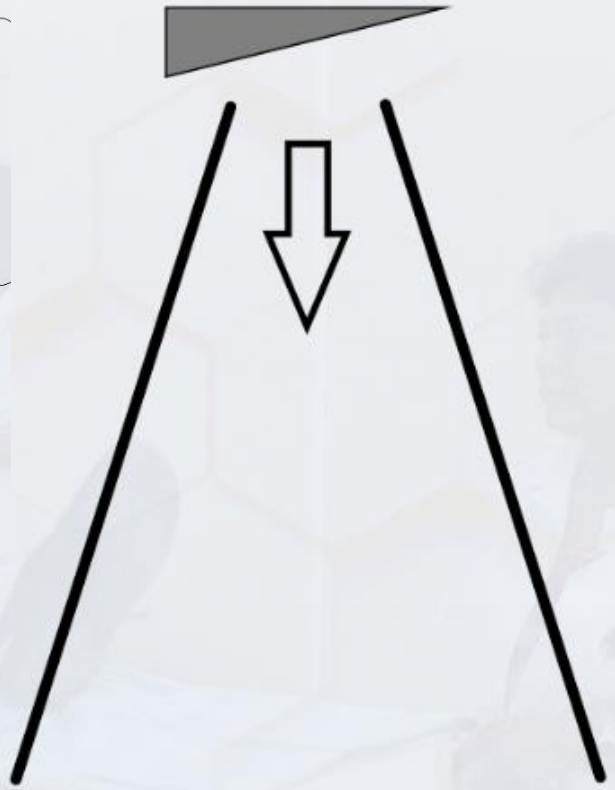
ЧТО ПРОИЗОШЛО?

После завершения планирования и утверждения распределения изодоз:

- Параметры плана переносились вручную на лечебную установку.
- Мониторные единицы, рассчитанные для поля с механическим клином были бы значительно выше, чем для того же поля с динамическим клином.







РАЗДЕЛ 2: ЭПИНАЛЬСКИЙ ИНЦИДЕНТ

ИТОГИ

1. Клиника решила перейти к использованию динамических клиньев.
2. Был проведен весьма поверхностный тренинг по использованию динамических клиньев.
3. Руководство пользователя на французском языке не было доступно.
4. Единственный медицинский физик работал также по вызову в другой клинике.
5. Мониторные единицы ошибочно были рассчитаны для поля с механическими клиньями.
6. Лечения проводились с использованием динамических клиньев.
7. Так как, мониторные единицы, рассчитанные для поля с механическим клином, обычно значительно выше, чем для того же поля с динамическим клином, пациенты получали дозу облучения, превышающую предписанную.

По меньшей мере 23 пациента переоблучены (доза на 20% или более превышала предписанную).

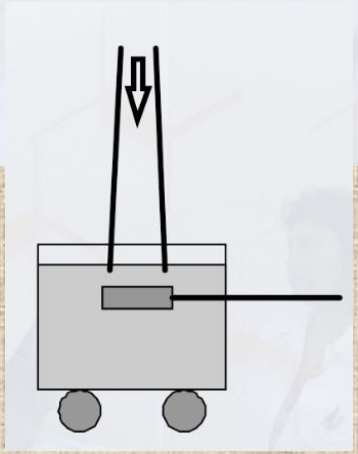
РАЗДЕЛ 3: ТУЛУЗСКИЙ ИНЦИДЕНТ

ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Сообщен в 2007-м в больнице Ранкей (Hôpital de Rangueil) в Тулузе во Франции.

- В апреле 2006-го года физик ввел в эксплуатацию стереотаксическую лечебную установку BrainLAB Novalis.
- Установка может проводить облучение с использованием микроМЛК с размером лепестков 3 мм или с использованием конических коллиматоров.





РАЗДЕЛ 3: ТУЛУЗСКИЙ ИНЦИДЕНТ

ИТОГИ

1. Введена в эксплуатацию новая стереотаксическая установка.
2. Приемочные измерения включали измерение факторов выхода малых полей.
3. Использованная ионизационная камера была большой и не покрывалась полем целиком.
4. Измеренные факторы выхода малых полей были меньше, чем на самом деле.
5. Независимая проверка данных приемочных испытаний, вводимых в систему планирования, не осуществлялась..
6. Ошибочная калибровка была обнаружена скорее случайно.

145 пациентов получили неправильное лечение.



ure 5. Patient Identification Wristband

Пациент

Пациент должен быть идентифицирован как получающий лечение радиоактивным йодом с помощью браслета, четко видимого уведомления в его медицинской карте, таблички на кровати, таблички на двери спальни или любой их комбинации. На браслете и в медицинской карте должны быть указаны, по крайней мере, радионуклид, введенная активность и дата введения. Пример браслета для идентификации пациента показан ниже.

Проверки сохраненной активности

С момента введения до выписки уровни радиации, излучаемые пациентом, должны регулярно проверяться. Во многих странах предписаны или установлены пределы сохраняемой активности до выписки пациента.

Например, это может быть общая активность организма 1100 МБк, что, если бы введенная активность составляла 6 ГБк, потребовало бы 70% падения активности за счет выведения и радиоактивного распада.

Оценка сохраняемого уровня активности может быть произведена путем измерения уровня радиации пациента на фиксированном расстоянии (2 метра или более до минимизировать ошибки) сразу после введения и в другое время. Достаточно простого счетчика Гейгера, откалиброванного по мощности дозы. Поскольку уровни радиации и введенная активность известны, оставшуюся активность можно приблизительно рассчитать.

Из-за уровня радиации пациента и множества потенциальных источников загрязнения процедурный кабинет должен быть спроектирован так, чтобы минимизировать риски.

Основные особенности:

•Сплошной моющийся пол (например, виниловый) без зазоров и выступов (подвернутых) на стенах для облегчения чистки.

•Легко моющиеся поверхности и мебель

•Стены, которые имеют достаточную защиту для людей, находящихся в прилегающих помещениях, например, свинцовый или бетонный блок. Экранирование должно проектироваться индивидуально в каждом конкретном случае.

•Туалеты должны иметь одинаковые общие принципы проектирования.

•Зоны временного хранения использованного белья и пищевых отходов, позволяющие контролировать их перед вывозом.

•Табличка с предупреждением о радиации на входных дверях

•Поскольку пот и слюна являются возможными путями выведения радиоактивного йода, мониторинг окружающей среды пациента, по крайней мере, до выписки необходим.

•Наиболее вероятными зараженными объектами будут постельное белье (особенно подушки), туалет, телефон, контейнеры и стаканы для напитков, пищевые отходы и одежда.

Мониторинг можно осуществлять с помощью того же детектора, что и для активности пациента (при условии, что он имеет достаточный диапазон), но желательно иметь звуковую индикацию скорости счета. По крайней мере, палату пациента следует проверить на предмет загрязнения, прежде чем ее снова использовать. Разумеется, во время измерений пациент должен либо отсутствовать, либо находиться на значительном расстоянии от детектора.

Персонал

•Доза облучения персонала должна быть сведена к минимуму и измерена. Сведение к минимуму времени, проведенного с пациентом, и соблюдение дистанции обеспечат хорошую защиту, и обязательно соблюдать стандартные меры предосторожности, в частности, надевать перчатки при контакте с пациентом или любым предметом в комнате.

•Однако бывают случаи, когда пациенту требуется более высокий уровень сестринского ухода, и персоналу придется проводить больше времени с пациентом и ближе к нему. В таких случаях целесообразно регулярно проводить ротацию персонала.

•Однако из-за возможности значительного облучения персонал, работающий на предприятии, должен контролироваться на радиационное облучение с помощью одного из упомянутых ранее устройств.

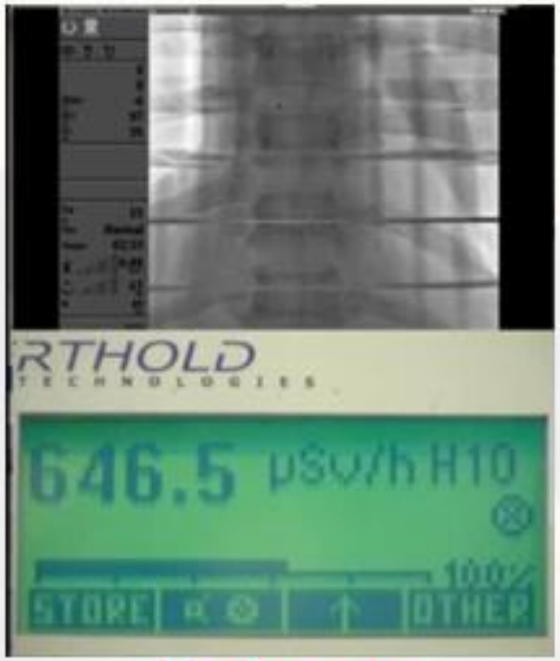
•Измерены дозы для среднего медицинского персонала, осуществляющего уход за пациентом, в течение 7 дней после введения 3,7 ГБк-131-I в диапазоне от 0,16 мЗв до 12,6 мЗв (для полностью беспомощного пациента) в зависимости от уровня необходимого сестринского ухода.

•Однако если персонал хорошо обучен, уход за пациентами осуществляется поочередно среди имеющегося персонала и внедрены хорошие процедуры, дозы персонала можно поддерживать на довольно низком уровне, менее 1 мЗв в год.

•Для временного мониторинга особых случаев, таких как пациенты с высокой степенью зависимости, можно использовать электронные дозиметры для быстрой и непрерывной оценки дозы.

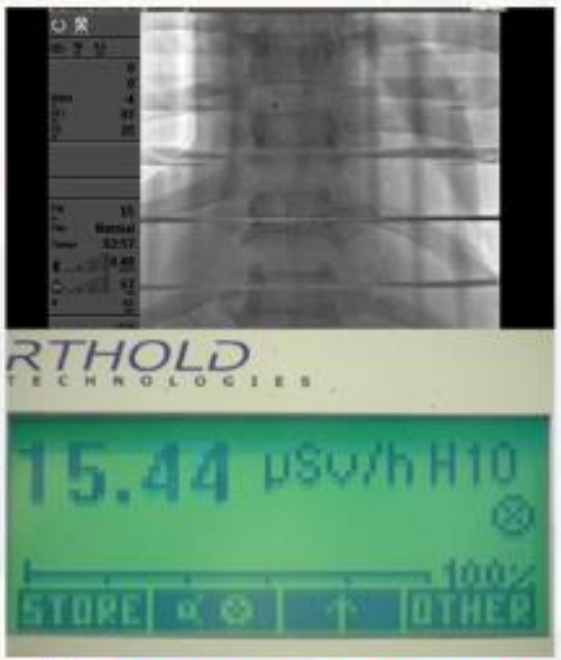
•В палату должен допускаться только персонал, непосредственно связанный с лечением пациента.

3. Снижение дозы облучения персонала



Без фартука

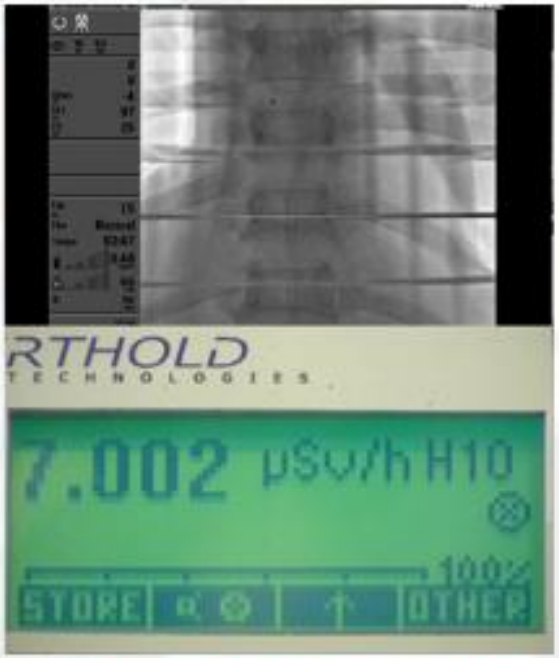
Мощность дозы рассеянного излучения 646.5 мкЗв/ч



Без перекрытия спереди

98 % защиты

Мощность дозы рассеянного излучения 15.44 мкЗв/ч



Перекрытие спереди

99 % защиты

Мощность дозы рассеянного излучения 7.002 мкЗв/ч

Выводы:

1. Радиационная безопасность направлена на предотвращение детерминированных эффектов и ограничение вероятности стохастических последствий воздействия ионизирующего излучения.
2. Основу системы радиационной защиты составляют принципы обоснования, оптимизации и нормирования, при этом пределы доз не применяются к медицинскому облучению пациентов.
3. Защита персонала, пациентов и населения обеспечивается соблюдением нормативных требований, организацией радиационного контроля, применением средств защиты и контролем обращения с радиоактивными материалами.
4. Референтные диагностические уровни используются для оптимизации медицинского облучения и оценки обоснованности уровней доз при диагностических процедурах.
5. Эффективная радиационная защита требует соблюдения правил безопасной работы с источниками излучения, контроля индивидуальных доз и предупреждения радиоактивного загрязнения.

Вопросы для самопроверки:

1) Что понимается под радиационной безопасностью и какова её основная цель?
2) Какие различают виды эффектов воздействия ионизирующего излучения на организм человека?
3) Кто относится к субъектам воздействия ионизирующего излучения в медицинской практике?
4) В чём заключается принцип обоснования применения ионизирующего излучения в медицине?
5) Что означает принцип оптимизации радиационной защиты и как он реализуется на практике?
6) Почему принцип нормирования доз не применяется к пациентам в медицинской радиологии?
7) Что такое референтный диагностический уровень (РДУ) и как он используется?
8) Какие нормативные документы регулируют вопросы радиационной безопасности в Республике Казахстан?

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

