

Ионизирующие излучения

Лекция 5

Ионизация – это процесс превращение атомов и молекул в ионы.

Радиоактивность — самопроизвольное превращение неустойчивого нуклида в другой нуклид, сопровождающееся испусканием ионизирующего излучения

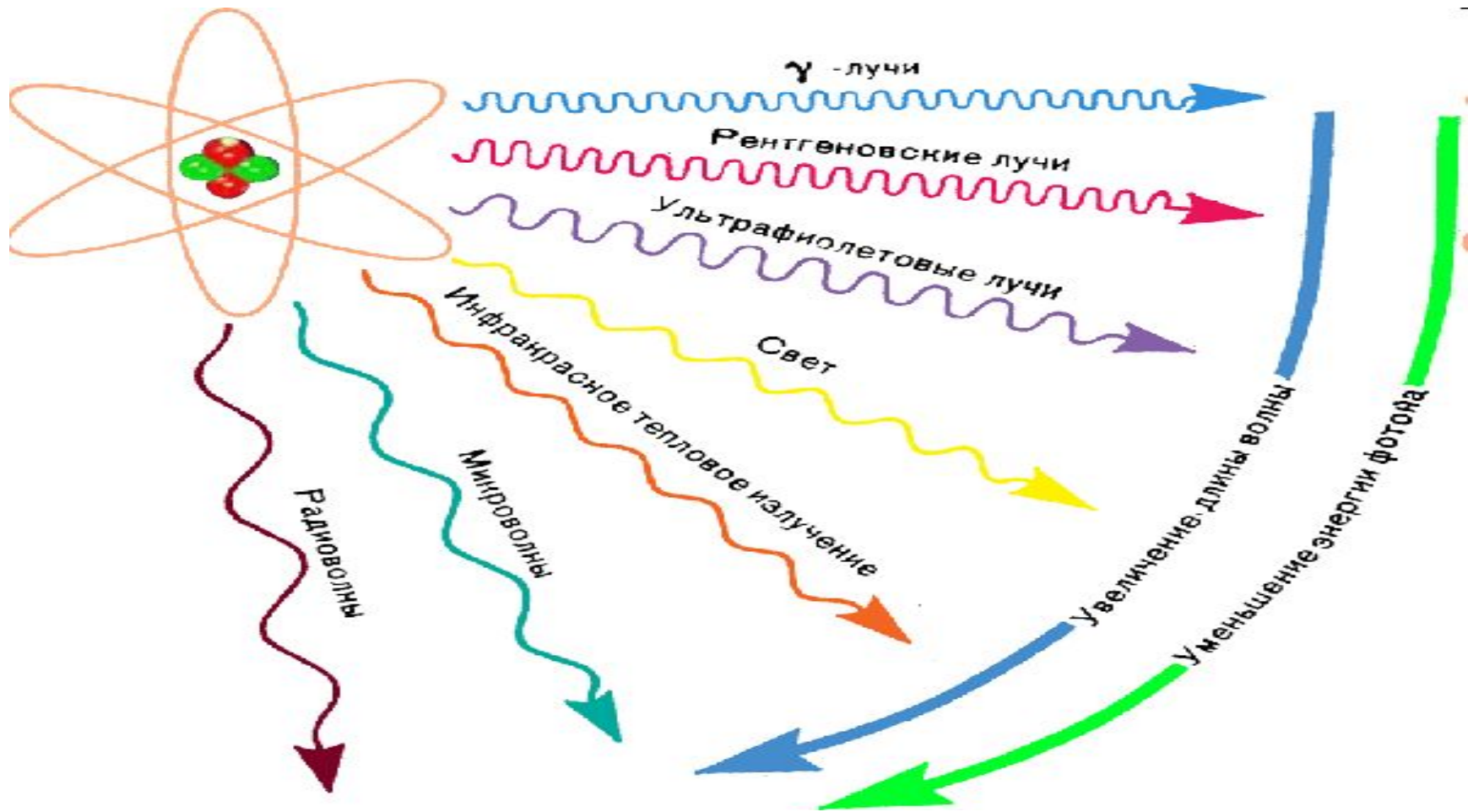
Ионизирующее излучение - это любое излучение лучистой энергии, которое попадая в определенные среды или проникая через них, производят в них ионизацию.

Ионизирующее излучение разделяется на электромагнитное и корпускулярное.

Свойства:

- ➔ Проникающая способность – способность проникать через материалы различной толщины
- ➔ Ионизирующая способность – способность превращать нейтральные атомы, молекулы в ионы («+» и «–» заряженные частицы)

Виды лучей



Ионизирующее излучение

Виды излучений

Основные свойства

Электромагнитное

рентгеновское (χ)

гамма (γ)

Проникающая способность
(длина пробега в воздухе), м

Корпускулярное

альфа (α)

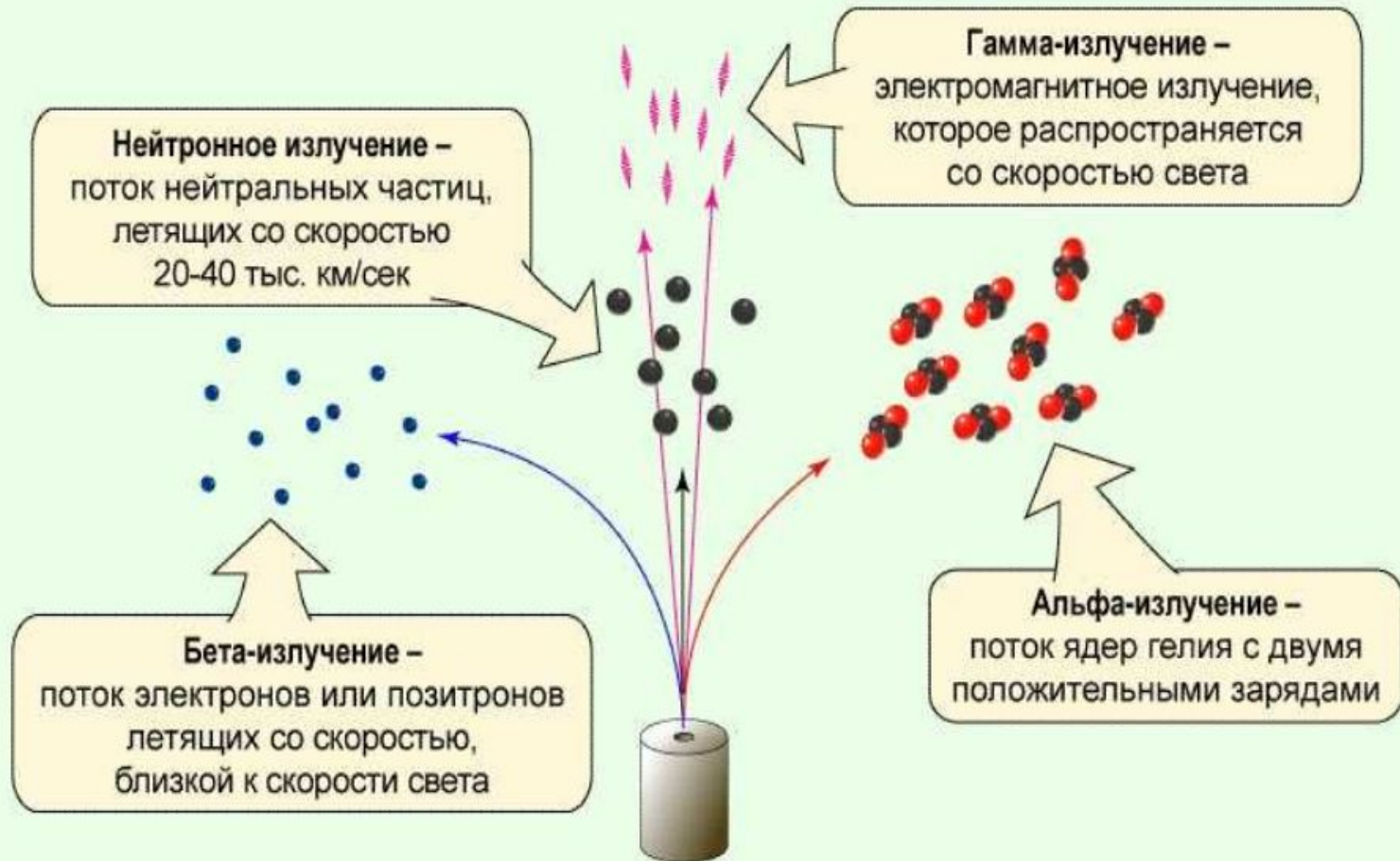
бета (β)

нейтронное (η)

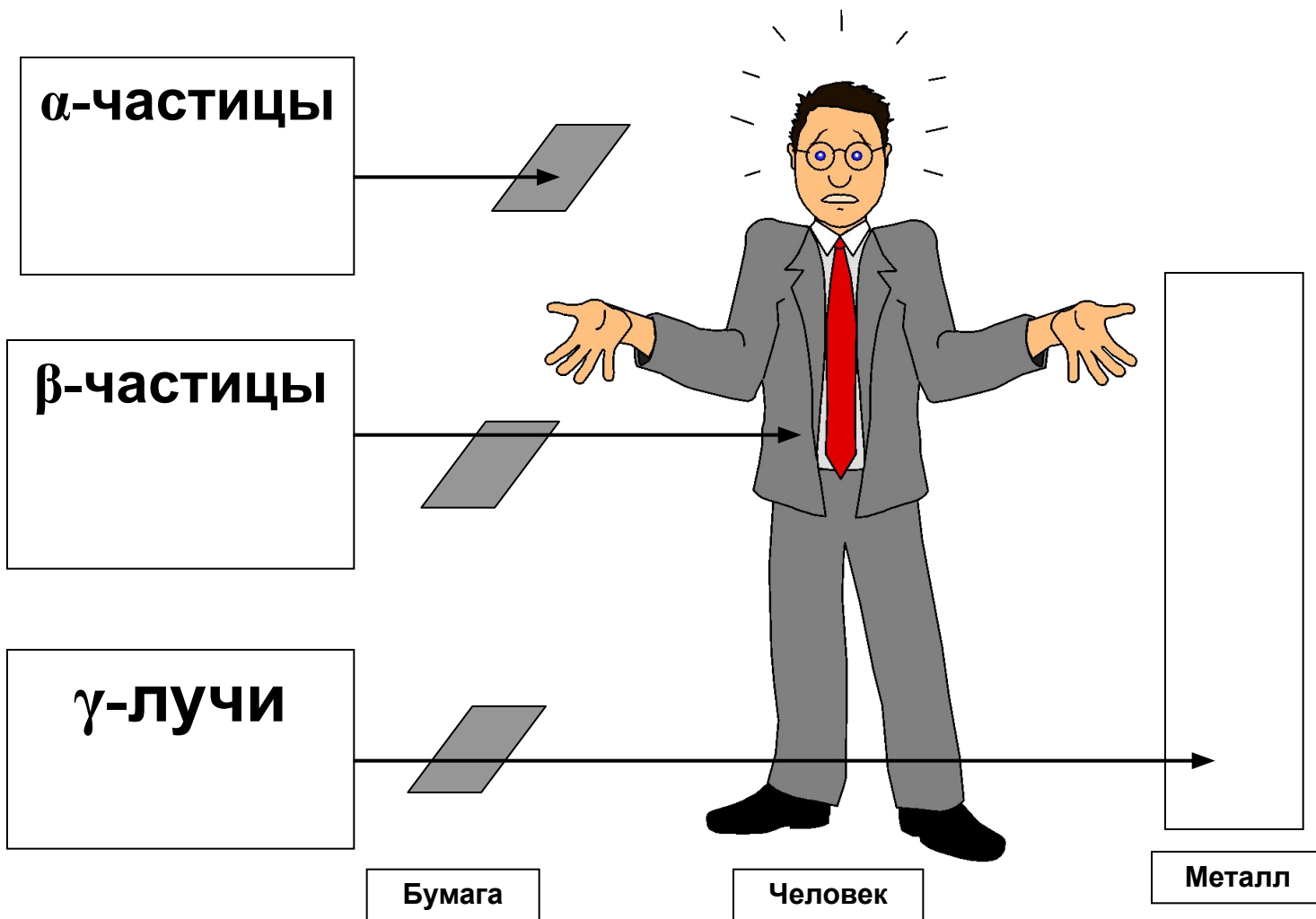
Ионизирующая способность
(число пар ионов в 1 см^3 воздуха)

Виды излучений

Виды ионизирующих излучений



Проникающая способность



Внешнее облучение – облучение от источников, находящихся вне тела. Внешнее излучение проникает сквозь одежду, эпителий кожи и подвергает облучению внутренние органы тела. При этом тело не становится радиоактивным. Человек подвержен воздействию радиации, пока находится в зоне облучения.

Внутреннее облучение – облучение от источников, попавших внутрь организма. Если радиоактивные вещества попадут в организм, то тело будет подвергаться постоянному внутреннему облучению.

СЧИТАЕТСЯ, что **Внутреннее!!!** облучение более опасно, чем внешнее

Причины:

1. Мало расстояние до ионизируемой ткани (контактное облучение).
2. Резкое увеличение дозы облучения (определяется временем нахождения РВ в организме).
3. Радиоактивные вещества распространяются не равномерно по организму, накапливаются в «критических органах».
4. Невозможно использовать какие-либо меры защиты, применяемые при внешнем облучении (эвакуация, ЗС)

В природе существуют естественные и искусственные источники ионизирующего излучения

- *Природные источники:* космическое излучение, излучение Солнца и галактик, атмосферное электричество, излучение природных источников.
- *Техногенные источники:* аппараты, генерирующие неиспользованное рентгеновское излучение, медицинское рентгенологическое и другое оборудование. технологические процессы с повышенным содержанием природных радионуклидов уранового и ториевого рядов, ядерное оружие, выбросы АЭС

Единицы активности и дозы ИИ

- **Активность (A):** распад атомного ядра с испусканием ИИ – БК, 1 Беккерель -1 распад ядра в секунду. Ки - Кюри, 1 ки= $3,7 \cdot 10^{10}$ в 10 степени Бк.
- б) **Экспозиционная доза облучения** - характеризует ионизирующую способность облучения. Зв-зиверт. 1Зв=100 бэр (биологически эквивалент рада). Для измерения малых доз облучения используют мЗв.
- **D – поглощенная доза.** DE – энергия, сообщенная ионизирующим излучением веществу массой dm.
Эквивалентная доза – характеризует воздействие ИИ на живую ткань.
- **Полная эффективная эквивалентная доза** – это доза, которую человек получает в течение всей своей жизни.
- **Коллективная полная эффективная эквивалентная доза.**

Единица измерения ионизирующих излучений

Величина	Единица в СИ	Внесистемная Единица	Примечания
	Мощность в СИ	Внесистемная мощность	
Активность	1Бк	1 Ки	1Бк=1расп/сек
	—	-	
Доза излучения (поглощенная доза)	1Гр-грей 1Гр=1Дж/кг	1рад	$1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$ $1 \text{ рад} = 100 \text{ Рад}$ $1 \text{ рад} = 100^{-22} \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = 10^{-22} \text{ Гр/Гр}$
	Гр/сек	1 рад/сек. рад/час	
Эквивалентная доза	1Зв-зиверт	1 бэр	$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр}$ $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр} = 100 \text{ Р}$ $1 \text{ бэр} = 10^{-2} \text{ Зв}$
	Зв/сек	бэр/год	
Экспозиционная доза	кл=кулон	1Р-ренген	$\text{Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$ $\text{Кл/кг} = 3,88 \cdot 10^3 \text{ р}$
	кг=килограмм А/кг	Р/сек, Р/час	

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж} = 100 \text{ рад}$$

$$1 \text{ Зв} = 1 \text{ Гр} \approx 100 \text{ рад} \approx 100 \text{ бэр} \approx 100 \text{ Р}$$

Нормы и фактические уровни воздействия ионизирующего излучения

- Доза облучения «накапливается» в течение жизни человека и за 70 лет составляет порядка 100 – 700 мЗв/70 лет – это безопасные для здоровья показатели.
- 3 мЗв/год – нормальная годовая доза радиационного фона от естественных природных источников ионизирующего излучения. Считается абсолютно безопасной.
- Лица, подвергшиеся однократному облучению в дозе, превышающей 100 мЗв, в дальнейшей работе не должны подвергаться облучению в дозе свыше 20 мЗв/год.
- 20 мЗв/год – усредненный более чем за 5 лет предел для персонала в ядерной и горнодобывающих отраслях промышленности.
- 150 мЗв/год – облучение дозами выше этой – увеличивает вероятность онкологии.
- 1 Зв (1000 мЗв) – риск появления раковых заболеваний.
- 2 – 10 Зв/год – острая лучевая болезнь с вероятным фатальным исходом

- **Эквивалентная доза** — от космического облучения — 300 мкЗв/год.
- При полете в самолете на высоте 8 км дополнительное облучение составляет 1,35 мкЗв/год.
- Цветной телевизор на расстоянии 2,5 метра от экрана 0,0025 мкЗв/час, 5 см. от экрана — 100 мкЗв/час.
- Ср. эквивалентная доза облучения при медицинских исследованиях 25 - 40 мкЗв/год.
- Дополнительные дозы облучения 0,5 мРент/час на расст. 5 м. от бытовой аппаратуры 28 мРент/час.

Воздействие ионизирующего фактора на организм человека

- **Детерминированные эффекты** – предполагается существование порога, ниже которого эффект отсутствует, а выше – тяжесть эффекта зависит от дозы
- **Стохастические (вероятностные) беспороговые эффекты** - вероятность возникновения эффекта пропорциональна дозе, а тяжесть их проявления не зависит от дозы, латентный период от 2 до 50 лет (появление злокачественных опухолей, проявление наследственных болезней, развитие лейкозов).
- **Нестохастические** — поражения, вероятность которых растет по мере увеличения дозы облучения. Существует дозовый порог облучения.

Биологическое действие

ионизирующих излучений

1. **Первичные** (возникают в молекулах ткани и живых клеток)

2. **Нарушение функций всего организма:** лучевая болезнь, лейкозы, опухоли. Наиболее радиочувствительными органами являются: костный мозг; половая сфера; селезенка.

Острые поражения наступают при облучении большими дозами, в течение малого промежутка времени:

1 стадия - первичная реакция: повышение температуры, учащение пульса, тошнота, головокружение, вялость;

2 стадия - период видимого благополучия (скрытый период);

3 стадия - разгар болезни (тошнота, кровоизлияния и т.п.);

4 стадия - либо выздоровление, либо летальный исход.

Хроническая лучевая болезнь- комплекс общих и местных реактивных изменений, обусловленных воздействием повышенных доз ионизирующего излучения на клетки, ткани и среды организма.

Воздействие на организм человека:

**В больших дозах
возникает лучевая
болезнь**

**В малых дозах
Проявляется через 10-20
лет**

**(сокращение продолжительности
жизни, ослабление иммунитета,
раннее поседение,
преждевременное старение,
злокачественные
новообразования)**



**РАДИАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ
ОБЛУЧЕНИЯ ЛЮДЕЙ**

СОМАТИЧЕСКИЕ
(ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ОБЛУЧЕНИЯ, СКАЗЫВАЮЩИЕСЯ
НА САМОМ ОБЛУЧЕННОМ, А НЕ
НА ЕГО ПОТОМСТВЕ)

ОСТРАЯ ЛУЧЕВАЯ БОЛЕЗНЬ

ХРОНИЧЕСКАЯ ЛУЧЕВАЯ
БОЛЕЗНЬ

ЛОКАЛЬНЫЕ ЛУЧЕВЫЕ
ПОВРЕЖДЕНИЯ (ЛУЧЕВОЙ ОЖОГ,
КАТАРАКТА ГЛАЗ,
ПОВРЕЖДЕНИЕ ПОЛОВЫХ
КЛЕТОК)

СОМАТИКО-СТОХАСТИЧЕСКИЕ
(ТРУДНООБНАРУЖИВАЕМЫЕ, ТАК
КАК ОНИ НЕЗНАЧИТЕЛЬНЫ И
ИМЕЮТ ДЛИТЕЛЬНЫЙ СКРЫТЫЙ
ПЕРИОД, ИЗМЕРЯЕМЫЙ
ДЕСЯТКАМИ ЛЕТ ПОСЛЕ
ОБЛУЧЕНИЯ)

СОКРАЩЕНИЕ
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ
ЖИЗНИ

ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ
ИЗМЕНЕНИЯ КРОВО-
ОБРАЗУЮЩИХ КЛЕТОК

ОПУХОЛИ ОРГАНОВ И КЛЕТОК

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ
(ВРОЖДЕННЫЕ УРОДСТВА,
ВОЗНИКАЮЩИЕ
В РЕЗУЛЬТАТЕ
МУТАЦИЙ,
ИЗМЕНЕНИЯ НАСЛЕДСТВЕННЫХ
СВОЙСТВ
И ДРУГИХ НАРУШЕНИЙ
В ПОЛОВЫХ
КЛЕТОЧНЫХ СТРУКТУРАХ
ОБЛУЧЕННЫХ ЛЮДЕЙ)

ЛУЧЕВАЯ БОЛЕЗНЬ



ЛУЧЕВАЯ БОЛЕЗНЬ

- 1 степень - менее 200 рентген
- 2 степень - 200-300 рентген
- 3 степень - 400-700 рентген
- 4 степень - более 700 рентген

ГРУППЫ КРИТИЧЕСКИХ ОРГАНОВ

- 1-я группа
- 2-я группа
- 3-я группа

Безопасного
уровня ИИ

не

существует!!!

Среди наиболее распространенных раковых заболеваний, вызванных ИИ

- **Лейкозы**
- **рак молочной железы**
- **рак щитовидной железы**
- **рак легких.**



Шкала степени облучения человека

Смерть всех облученных за 30 дней – 600 бэр

Тяжелая степень лучевой болезни(погибают 50% облученных) –
450 бэр

Нижний уровень развития легкой степени лучевой болезни –
100 бэр

Облучение при рентгеноскопии желудка – 30 бэр

Допустимое аварийное облучение персонала (разовое) – 25 бэр

Допустимое аварийное облучение населения (разовое) – 10 бэр

Допустимое облучение персонала в нормальных условиях за год –
5 бэр

Облучение при рентгенографии зубов – 3 бэр

Допустимое облучение населения в нормальных условиях за год –
500 мбэр

Методика измерения ИИ

Состояние ионизирующего излучения проводится на основе систематических данных текущего и оперативного радиационного контроля за год.

Методы:

- 1) фотографический;
- 2) химический (изменение цвета);
- 3) суинтилляционный (испускание фотонов видимого света при прохождении через него ИИ);
- 4) ионизационный (основан на явлении ионизации газов под воздействием ИИ, в результате которого образуются положительные ионы и электроны).

Средства измерений :дозиметры , радиометры (для радиационной разведки) , спектрометры , сигнализаторы, универсальные приборы (дозиметры + другие), устройство детектирования.

Радиометр радона РРА 01 М-01;



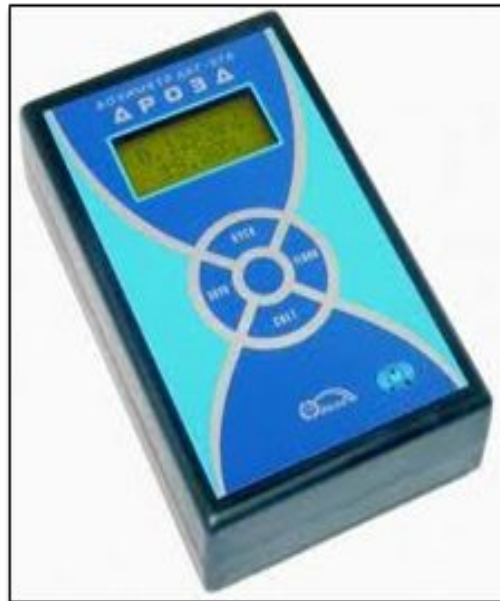
Дозиметр гамма- и рентгеновского излучения ДКС -96Г (БДКС-96)



Дозиметр – радиометр ДКС-96А (БДЗА-96)



ДОЗИМЕТРЫ



MEDLINES.RU

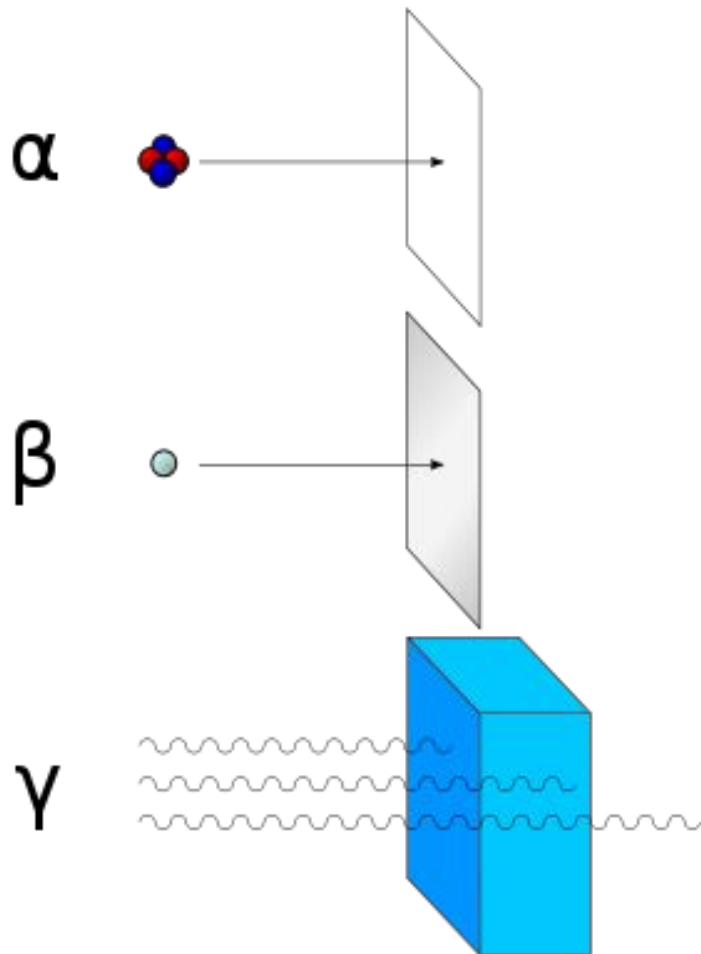
Международные организации по вопросам радиационной защиты

- Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ) - разрабатывает правила работы с радиоактивными веществами и мероприятия по защите от радиации.
- Национальные институты безопасности разрабатывают национальные нормативы согласно МКРЗ.
- В 1955 г Генеральная Ассамблея ООН основала научный комитет по действию атомной радиации (НКДАР)

Способы защиты от ИИ:

- 1) **количеством** - используются источники с минимальным выходом ИИ;
- 2) **временем** - ограничения на пребывание на территории, где уровень излучений выше допустимого;
- 3) **расстоянием** - интенсивность излучения убывает пропорционально квадрату расстояния;
- 4) **дистанционное управление** (А-метод) ;
- 5) **экранирование источников**;
- 6) **зонирование территорий** при работе с открытыми источниками.

Физические свойства ИИ



- Альфа-частицы легко остановить листом бумаги;
- Для защиты от бета-частиц достаточно алюминиевой пластины;
- Для защиты от гамма-излучения эффективны тяжелые элементы (свинец и др.)

Предметы защиты от альфа частиц:

→ Лист бумаги

→ Одежда

→ Кожа



От альфа-частиц можно защититься путём:



- **увеличения расстояния до ИИИ, т.к. альфа-частицы имеют небольшой пробег;**
- **использования спецодежды и спецобуви, т.к. проникающая способность альфа-частиц невысока;**
- **исключения попадания источников альфа-частиц с пищей, водой, воздухом и через слизистые оболочки, т.е. применение противогазов, масок, очков и т.п.**

Предметы защиты от бета частиц:

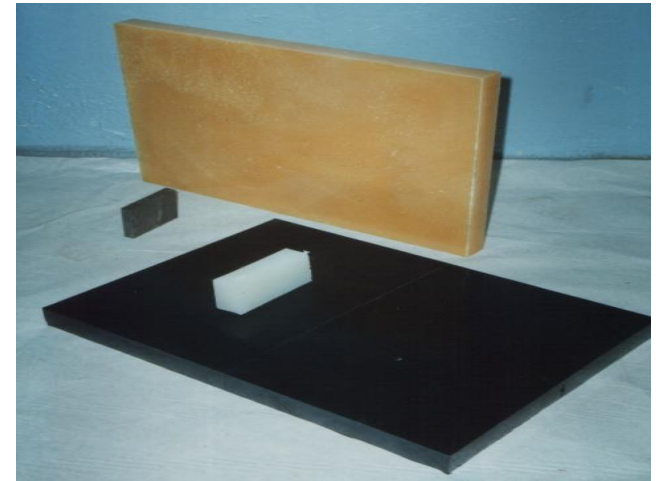
→ **Алюминий**

→ **Одежда**

→ **Стекло**



В качестве защиты от бета-частиц ИСПОЛЬЗУЮТ:



- **ограждения (экраны), с учётом того, что лист алюминия толщиной несколько миллиметров полностью поглощает поток бета-частиц;**
- **методы и способы, исключающие попадание бета-частиц внутрь организма.**

Защита от альфа и бета излучения



Защита от рентгеновского излучения и гамма-излучения:

- **увеличение расстояния до источника излучения;**
- **сокращение времени пребывания в опасной зоне;**
- **экранирование источника излучения материалами с большой плотностью;**
- **использование защитных сооружений;**
- **дозиметрический контроль внешней среды и продуктов питания.**



**Величина слоя половинного
ослабления **гамма-лучей**
различными материалами**

СВИНЕЦ – 1,8 см

БЕТОН – 5,6 см

ГРУНТ, КИРПИЧ – 8,4 см

ВОДА – 13 см

ДЕРЕВО – 21 см

Доза гамма-облучения уменьшается:

→ В каменном доме в 10 раз

→ В подвале каменного дома в 40-100 раз

→ В деревянном доме в 2 раза

→ В подвале деревянного дома в 7 раз

Инфракрасное излучение

- **Инфракрасное излучение** - это разновидность электромагнитного излучения в диапазоне от 0,77 до 340 мкм.
- **Воздействие на человека:** тепловое
 - При температуре $t > 30$ °С нарушается терморегуляция организма, что может привести к перегреву, при котором проявляется слабость, головная боль, шум в ушах, искажение цветового восприятия, тошнота, повышение температуры тела.
 - В тяжелых случаях наступает тепловой удар. Возможны судороги тела.
- **Защита:**

Снижение ИФ в источнике. Ограничение по времени пребывания. Защита расстоянием. Индивидуальная защита. Экранирование (теплоизомерные материалы). Воздушное душирование. Вентиляция.
-

Ультрафиолетовое излучение

- По способу генерации относятся к тепловым излучениям, а по характеру воздействия на вещества к ионизирующим излучениям.
- Диапазон УФ – 200-400 нм
- Источники УФ излучения: лазерные установки; лампы газоразрядные, ртутные; ртутные выпрямители.
- Действие на организм: вызывает изменения в составе крови, кожи, воздействует на нервную систему. Вызывает коагуляцию белков. Действуя на слизистую оболочку глаз, вызывает помутнение хрусталика.
- Меры защиты: Экранирование источника УФИ, очки с содержанием свинца, специальные мази для защиты кожи, ткани: хлопок, лен.
- Нормы: не более 10 Вт/кв м

Периоды полураспада некоторых радиоизотопов

название элемента	символ	время полураспада	тип распада
Кобальт	^{40}Co	5,2 года	β
Стронций	^{90}Sr	28 лет	β
Полоний	^{210}Po	138 суток	α
Полоний	^{212}Po	$3 \cdot 10^{-7}$ секунды	α
Радон	^{222}Rn	3,8 суток	α
Радий	^{226}Ra	1620 лет	α
Кальций	^{45}Ca	164 дня	—
Церий	^{142}Ce	$2 \div 5 \cdot 10^{15}$ лет	α
Неодим	^{144}Nd	$2 \div 5 \cdot 10^{15}$ лет	α
Гафний	^{178}Hf	$2 \div 5 \cdot 10^{15}$ лет	α
Америций	^{242}Am	$1,4 \cdot 10^{-2}$ секунды	—
Уран	^{235}U	$7,1 \cdot 10^8$ лет	—
Уран	^{238}U	$4,49 \cdot 10^9$ лет	α

Критические органы

Разделение критических органов по различным РВ:

1. Щитовидная железа - I-137;
2. Яичники - K-40, Cs-137,
3. Лёгкие - Po-210, Rn-222
4. Почки - Cs-137;
5. Костная ткань - Sr-90, Ra-226

Радиоактивный стронций:

откадывается в скелете (костях), поражает костную ткань и костный мозг, что приводит к развитию лучевой болезни, опухолей кроветворной ткани и костей, вызывает лейкемию и злокачественные опухоли (рак) костей

Радиоактивный йод:

Накапливается в щитовидной железе, приводит к возникновению злокачественных опухолей железы

Пути поступления РВ в организм:

- При вдыхании загрязненного воздуха
- Через желудочно-кишечный тракт с загрязненной водой и пищей
- Через поврежденную кожу

**ИИ является самым
сильным
канцерогенным и
мутагенным!!!**

ИСТОЧНИКИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

ПРИРОДНЫЕ

ИСКУССТВЕННЫЕ

Космические

Природные радионуклиды, содержащиеся в окружающей среде и поступающие в организм человека с воздухом, водой и пищей

Медицинские

Техногенные (искусственные и специально сконцентрированные природные радионуклиды, генераторы ИИ и другие)

Процедуры

Диагностические

Терапевтические

Под контролем или в процессе нормальной эксплуатации

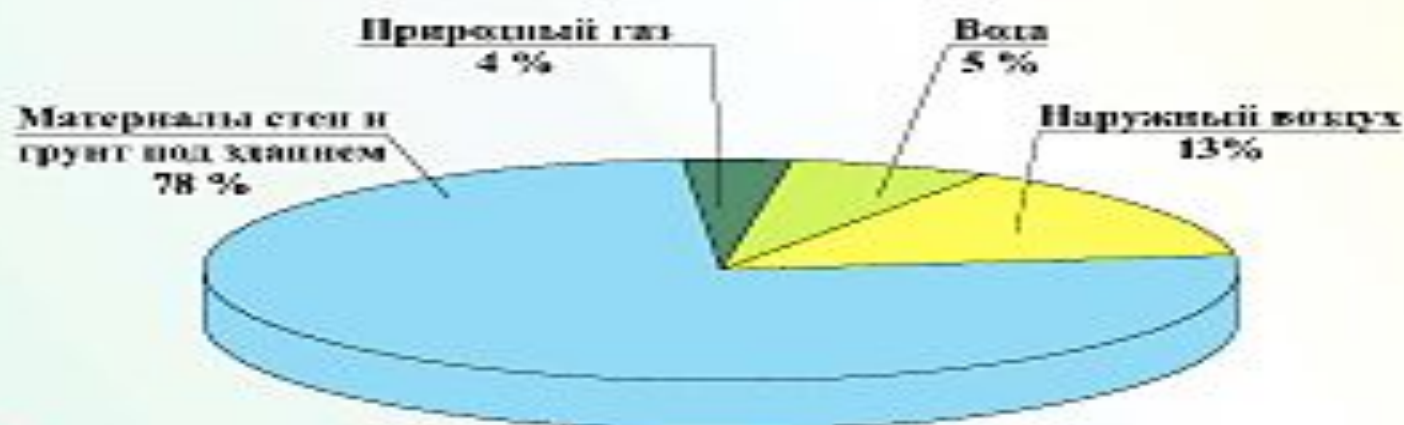
Вне контроля (утраченные, рассеяные в окружающей среде в результате радиационной аварии и др.)



Радиоактивность вокруг нас (по данным А.Г. Зеленкова, 1990г.)



Мощность излучения различных источников радона



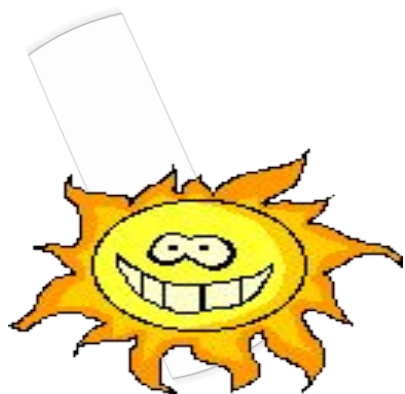
Космическое излучение зависит от:



Географической широты местности
(чем дальше от экватора, тем больше
излучение, на экваторе – 0,35 мЗв)

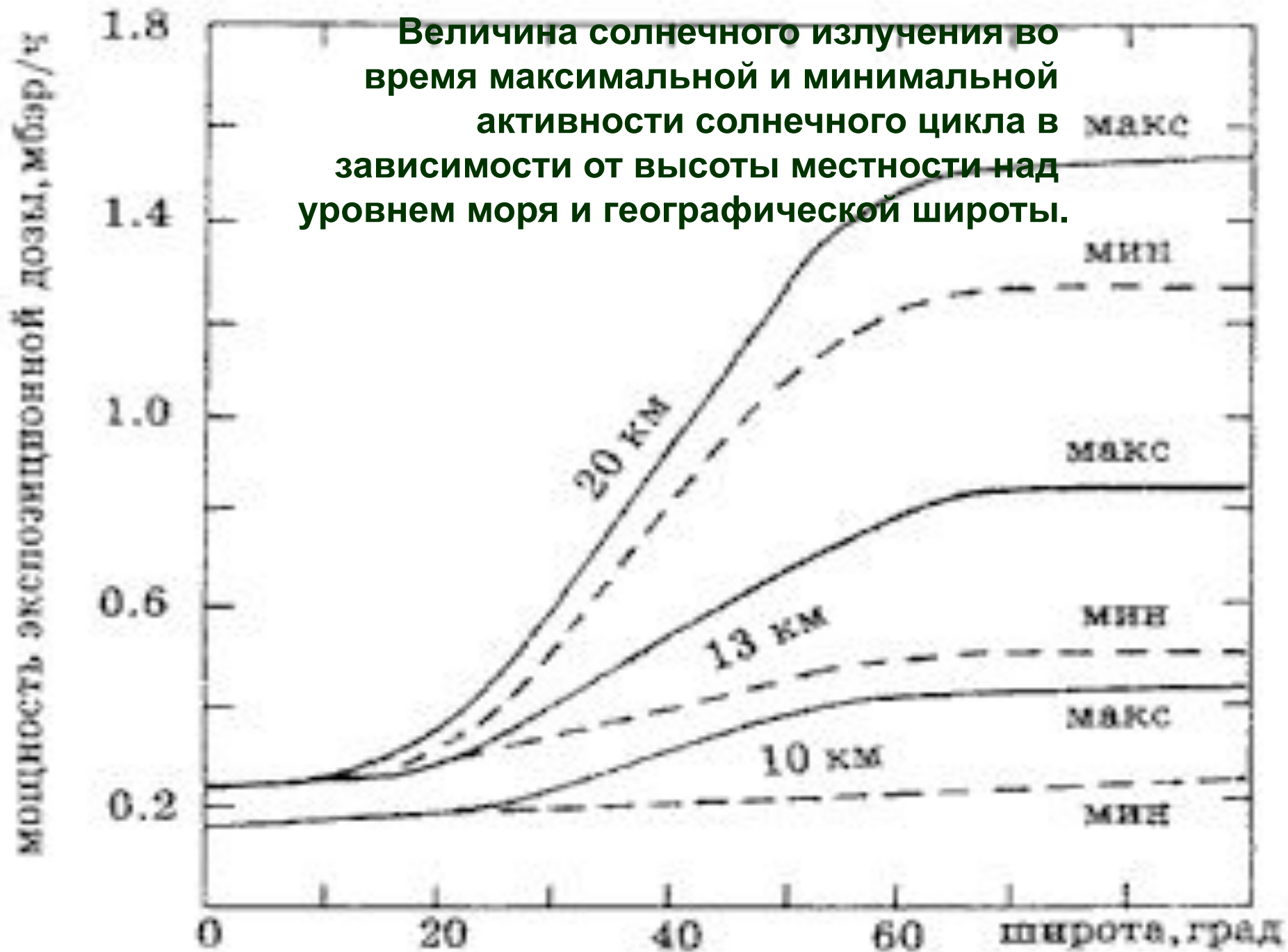


Высоты местности над уровнем моря
(в районах горных курортов – 0,9 мЗв;
на Эвересте – 8 мЗв)



Активности солнца

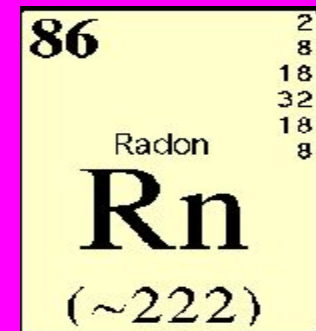
Величина солнечного излучения во время максимальной и минимальной активности солнечного цикла в зависимости от высоты местности над уровнем моря и географической широты.



Современный человек до 80% времени проводит в помещениях - дома или на работе, где и получает основную дозу радиации.

Существенный вклад в облучение человека вносит радон и продукты его распада.

Радон - газ, без цвета и запаха, который, скапливаясь в помещении, может вызвать появление у человека злокачественных опухолей легких (в 7,5 раз тяжелее воздуха)



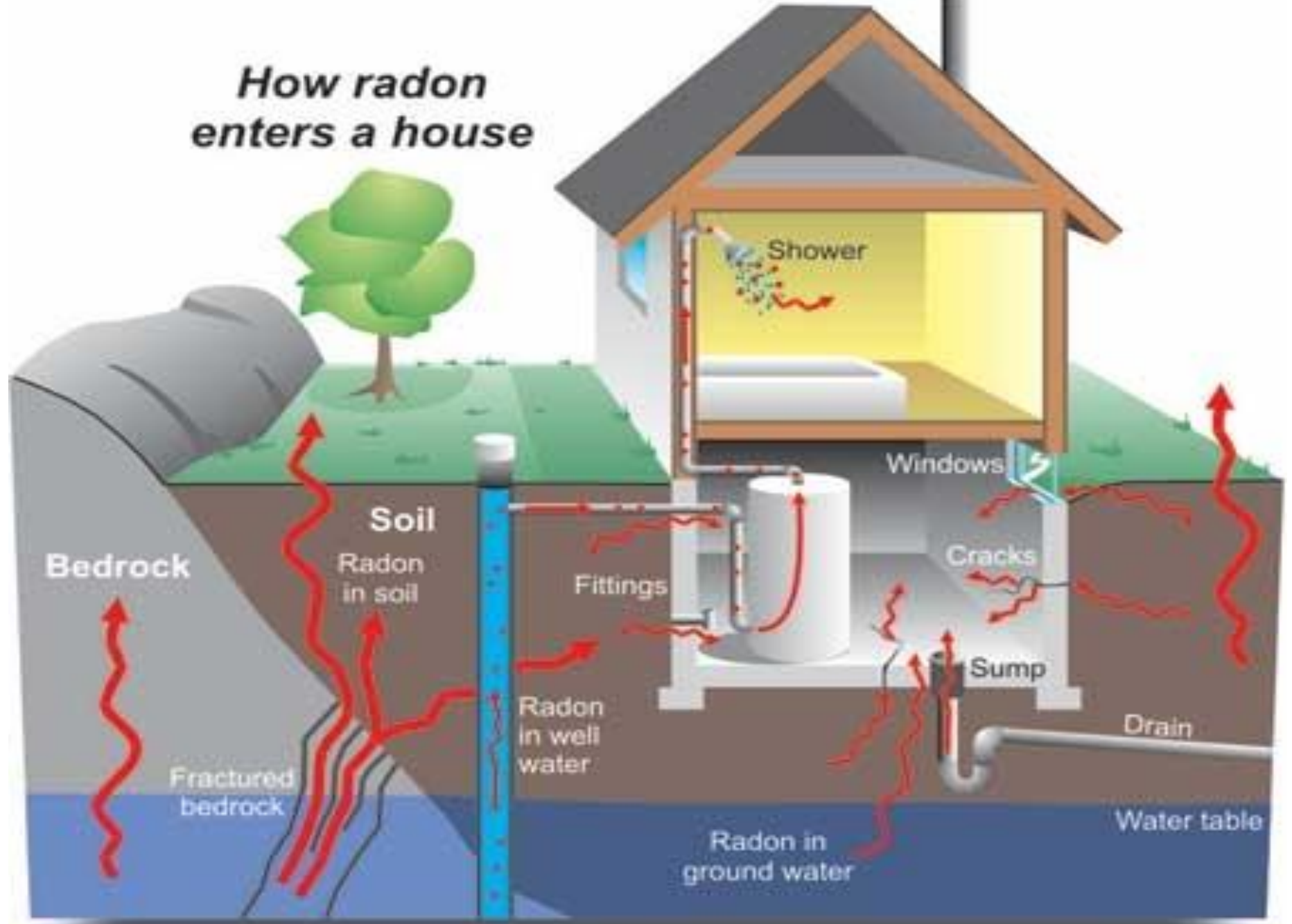
Распад ядер радона и его дочерних изотопов в легочной ткани вызывает микроожог, поскольку вся энергия альфа-частиц поглощается практически в точке распада. Особенно опасно (повышает риск заболевания) сочетание воздействия радона и курения.

Многие ученые
считают радон второй
по значимости (после
курения) причиной
рака легких у
человека

*Радон особенно «любит»
подвальные помещения*



How radon enters a house

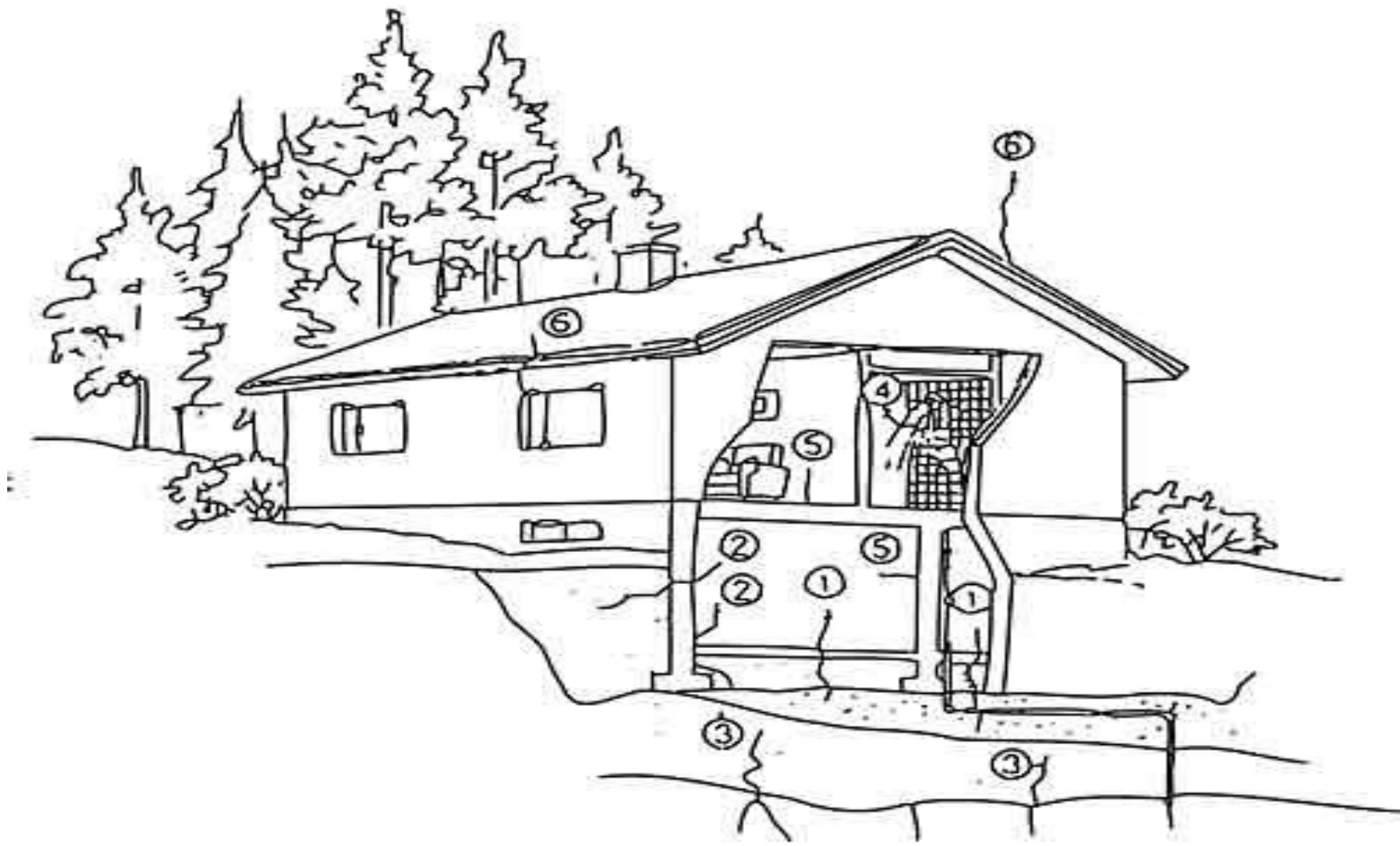


Пути поступления радона

Как радон
попадает в дом



Таблица 1. Типичные пути поступления радона в дом: 1 – грунт под зданием и вокруг; 2 – насыпной грунт; 3 – горные породы; 4 – вода из водопровода; 5 – строительные материалы; 6 – выход радона



Удельная радиоактивность строительных материалов,

Бк/кг

- Дерево 1
- Кирпич известковый 10—20
- Песок, гипс, гравий, мрамор 20—35
- Кирпич красный глиняный 120—130
- Гранит 180
- Зола 300
- Metallургические шлаки 2000 и более

Содержание радона (Бк/кг) в различных материалах (по данным Кемеровской области)

№ п/п	Исследуемый материал	Ср. удельная активность, Бк/кг
1	Уголь Кузнецкого бассейна	22-56
2	Кокс доменный	54
3	Шлак	70-389
4	Отходы электротермические	198
5	Отходы шихтоподготовки	28
6	Отходы углеобогащения	101-144
7	Золошлаковые отходы	74-188
8	Вскрышные породы	83-178
9	Щебень, песочно-гравийная смесь, отсев	8-125
10	Известняк	14
11	Глина	80-144
12	Цемент	134-179
13	Бетон	64
14	Гипсокартон	16
15	Микрокремнезем	62
16	Кирпич	85-152
17	Марганцевый концентрат	16

Контрольные уровни радона в жилище:

- во вновь строящихся зданиях не более 100 бк/м^3
- для существующих зданий не более 200 бк/м^3
- при уровне в 400 бк/м^3 и выше жильцы переселяются



RADON

*Способы
защиты от
радо́на:*

1. Надежная изоляция пола от почвенного воздуха



- Полы и стены подполья необходимо делать из бетона толщиной не менее 10 см, в том числе полы по щебеночному или песчаному основанию.
- Бетон следует покрыть за два раза горячей битумной мастикой, по предварительно загрунтованным поверхностям. То же покрытие рекомендуется и над подпольем.
- В цоколе необходимо сделать продухи, т.е. отверстия размером 15x20 см для проветривания.
- Устройство под полом изоляции из клеенного рулонного материала, полиэтиленовой пленки или рубероида

2. Регулярное проветривание помещений



3. Отделка стен (бумажные обои на 30 % уменьшают выход радона)



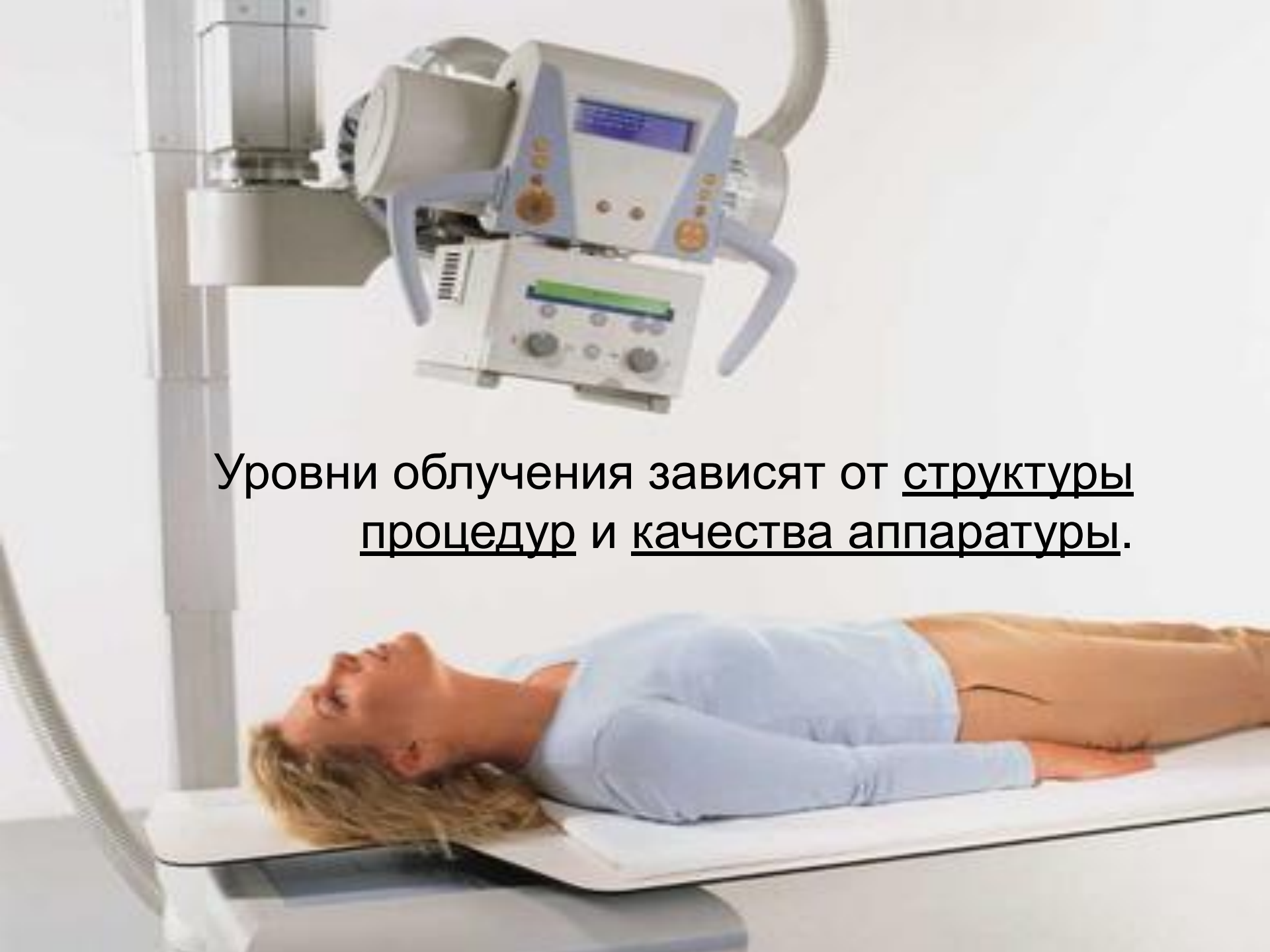
Медицинское облучение в России



Игорь Гушинец группа Э-071

Говоря о медицинском облучении, следует учитывать тот факт, что ионизирующее излучение используется в медицине, как в диагностических, так и в лечебных целях



A woman with blonde hair, wearing a light blue long-sleeved top and tan pants, is lying on her back on a white medical table. Above her is a large, complex medical X-ray machine with a control panel featuring a blue screen and several buttons. The machine is mounted on a vertical column. The background is a plain, light-colored wall.

Уровни облучения зависят от структуры
процедур и качества аппаратуры.

Средние дозы облучения при рентгеновском обследовании

Обследуемые части тела.	Дозы, приходящиеся на половые органы, мбр.	
	мужчины	женщины
череп	15	5
живот	97	221
бедро	600	12
Бариевые клизмы		403
Верхний отдел желудочно-кишечного тракта (серия снимков)	1	171
Грудная клетка	5	1

Средняя индивидуальная
доза мед. облучения в РФ
составляет **1,2 мЗв/год**

Снижение уровней медицинского
облучения до показателей развитых
стран — **0,5 мЗв/год** — может быть
достигнуто за счет использования
современной аппаратуры и
максимального снижения доли
рентгеноскопических процедур.



В России в настоящее время
наблюдается недостаточное
количество рентгеновских аппаратов
вообще и современных, в
особенности.

К тому же продолжается выпуск и ввоз в
страну устаревших моделей
аппаратов, приводящих к высоким
уровням облучения пациентов.

Особенности медицинского облучения:

1. воздействие на ослабленный и, как правило, больной организм; многократность воздействия;
2. действие на все население, включая его наиболее радиочувствительные контингенты, в том числе детей, женщин детородного возраста и др.;
3. действие, как правило, на одни и те же органы, в том числе радиочувствительные, такие как легкие, щитовидная и молочная железы, костный мозг, желудок и др.;
4. зависимость дозы облучения от квалификации врача и технических средств в виде рентгеновских аппаратов.

РАДИОЗАЩИТНЫЕ ПРЕПАРАТЫ:

- РАДИОПРОТЕКТОРЫ
- КОМПЛЕКСОНЫ
- АДАПТОГЕНЫ
- АДСОРБЕНТЫ

**Радиопротекторы — это
вещества, повышающие
устойчивость организма
к воздействию
ионизирующих
излучений**



К табельным радиопротекторам относятся:

- ▣ **Цистамина гидрохлорид РС1** — радиопротектор быстрого действия. Принимается за 30—40 минут до планируемого облучения. Однократный приём 6 таблеток. В этом случае длительность переносимого радиовоздействия до двух часов.



Индралин Б190 —
табельный
радиопротектор.
Входит в состав
аптечек людей,
работающих на АЭС.
Выпускается в виде
таблеток. Должен
применяться за
15—20 минут до
облучения. Менее
токсичный препарат.
Можно принимать
5—6 раз.



**Комплексоны -
препараты,
ускоряющие
выведение
радиоактивных
веществ из
организма (ЭДТА,
гетацин-кальций,
унитиол).**



Адсорбенты - вещества, способные захватывать на свою поверхность радиоактивные и другие вредные вещества и вместе с ними выводиться из организма (активированный уголь, адсобар, вакоцин).

