

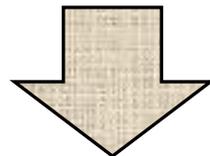
# Лекция 7

## Особенности воздействия радиоактивного излучения на организм

человека



# Атомная радиация или ионизирующее излучение



поток элементарных частиц и/или квантов  
электромагнитного излучения, который:



Создается при  
радиоактивном распаде,  
ядерных превращениях,  
торможении заряженных  
частиц в веществе



Образует при  
взаимодействии со  
средой ионы  
разных знаков

## Виды радиации

```
graph TD; A[Виды радиации] --> B[Альфа-частицы: относительно тяжелые, положительно заряженные частицы, представляющие собой ядра гелия]; A --> C[Рентгеновское излучение подобно гамма-излучению, но имеет меньшую энергию]; A --> D[Бета-частицы - это просто электроны];
```

**Альфа-частицы:**  
относительно  
тяжелые,  
положительно  
заряженные частицы,  
представляющие  
собой ядра гелия

**Рентгеновское  
излучение** подобно  
гамма-излучению,  
но имеет меньшую  
энергию

**Бета-частицы -**  
это просто  
электроны

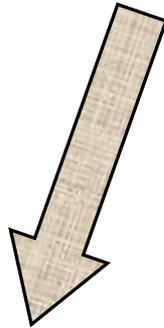
## Виды радиации

```
graph TD; A[Виды радиации] --> B[Гамма-излучение]; A --> C[Нейтроны];
```

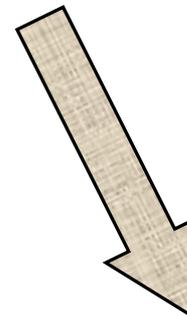
**Гамма-излучение**  
имеет ту же  
электромагнитную  
природу, что и  
видимый свет, однако  
обладает гораздо  
большей  
проникающей  
способностью

**Нейтроны -**  
электрически  
нейтральные частицы,  
возникают главным  
образом  
непосредственно  
вблизи работающего  
атомного реактора, куда  
доступ, естественно,  
регламентирован

**Различают два вида эффекта  
воздействия  
на организм ионизирующих излучений:**



**Генетический** –  
последствия  
проявляются у  
его потомства



**Соматический**  
– последствия  
проявляются  
непосредственно  
у облучаемого

## Соматические эффекты

```
graph TD; A[Соматические эффекты] --> B[Ранние - возникают в период от нескольких минут до 30-60 суток после облучения. (покраснение и шелушение кожи, помутнение хрусталика глаза, лучевая болезнь, летальный исход).]; A --> C[Отдалённые-соматические эффекты проявляются через несколько месяцев или лет после облучения (злокачественные новообразования, снижение иммунитета, сокращение продолж-ти жизни)];
```

**Ранние** - возникают в период от нескольких минут до 30-60 суток после облучения. (покраснение и шелушение кожи, помутнение хрусталика глаза, лучевая болезнь, летальный исход).

**Отдалённые-соматические** эффекты проявляются через несколько месяцев или лет после облучения (злокачественные новообразования, снижение иммунитета, сокращение продолж-ти жизни)

**При изучении действия излучения на организм были выявлены следующие особенности:**

**Генетический эффект -  
воздействие на  
потомство**

**Наличие скрытого  
(инкубационного)  
периода проявления  
действия ионизирующих  
излучений**

**Высокая эффективность поглощённой энергии, даже малые её количества могут вызвать глубокие биологические изменения в организме**

# Радиационная диагностика в медицине



Радиация используется  
в медицине в:

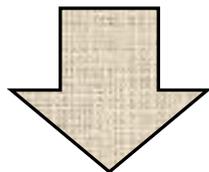


диагностических  
целях

для лечения



## Рентгеновское излучение



электромагнитные волны, энергия фотонов которых лежит на энергетической шкале между ультрафиолетовым излучением и гамма-излучением, что соответствует длинам волн от  $10^{-4}$  до  $10^2$  Å (от  $10^{-14}$  до  $10^{-8}$  м)

## Рентгеновское излучение



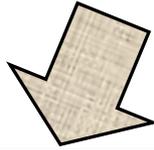
При помощи рентгеновских лучей можно «просветить» человеческое тело, в результате чего можно получить изображение костей, а в современных приборах и внутренних органов (см. также рентген). При этом используется тот факт, что у содержащегося преимущественно в костях элемента кальция ( $Z=20$ ) атомный номер гораздо больше, чем атомные номера элементов, из которых состоят мягкие ткани, а именно водорода ( $Z=1$ ), углерода ( $Z=6$ ), азота ( $Z=7$ ), кислорода ( $Z=8$ )

## Влияние радиации на организмы



Воздействие радиации на организм может быть различным, но почти всегда оно негативно. В малых дозах радиационное излучение может стать катализатором процессов, приводящих к раку или генетическим нарушениям, а в больших дозах часто приводит к полной или частичной гибели организма вследствие разрушения клеток тканей

## Облучение организма



**Внешнее облучение-**  
воздействие на организм  
ионизирующих  
излучений от  
внешних по отношению  
к нему источников.  
(космические лучи,  
естественные рад-е  
источники)

**Внутреннее  
облучение –**  
осуществляется  
радиоактивными  
веществами, попавшими  
внутрь организма  
через дыхательные  
органы,  
желудочно-кишечный  
тракт или через  
кожные покровы

**Смертельные поглощённые дозы для отдельных частей тела следующие:**



**Голова - 20 Гр**



**Конечности - 200 Гр**



**Грудная клетка - 100 Гр**



**Нижняя часть живота - 50 Гр**

## Чувствительность отдельных органов к радиоактивному излучению

Костная ткань



0,03 Гр.

Щитовидная железа



0,03 Гр.

Красный костный мозг



0,12 Гр.

Легкие



0,12 Гр.

## Чувствительность отдельных органов к радиоактивному излучению

Молочная железа



0,15 Гр.

Яичники или  
семенники



0,25 Гр.

Другие ткани



0,30 Гр.

Организм в целом



1,00 Гр.

# Крайние значения допустимых доз радиации

Орган

Допустимая доза

Красный костный  
мозг

0,5-1 Гр.

Хрусталик глаза

0,1-3 Гр.

# Крайние значения допустимых доз радиации

Орган

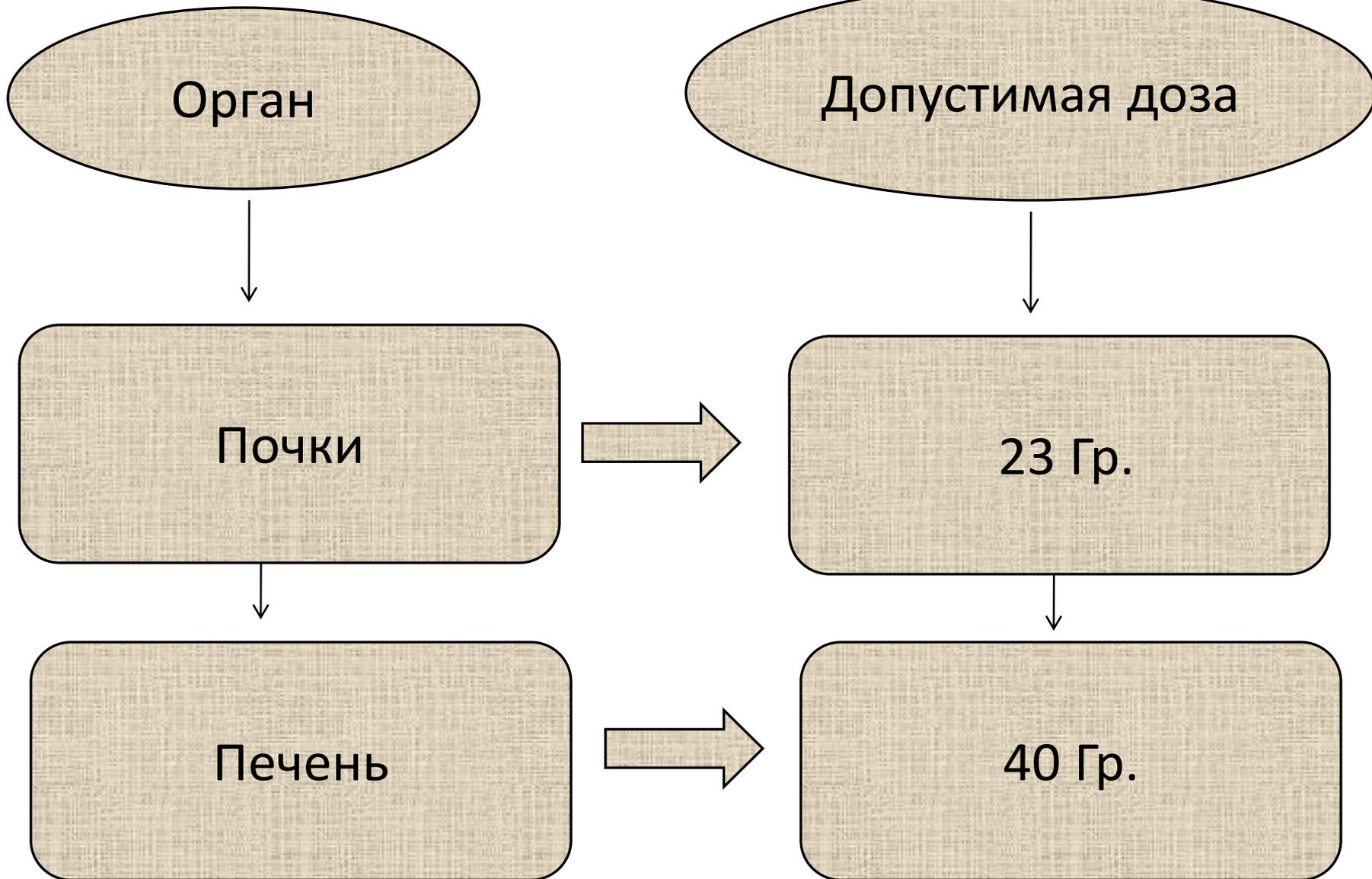
Допустимая доза

Почки

23 Гр.

Печень

40 Гр.



# Крайние значения допустимых доз радиации

Орган

Допустимая доза

Мочевой пузырь

55 Гр.

Зрелая хрящевая  
ткань

>70 Гр.

Действие ионизирующих излучений сводится к изменению структуры или разрушению различных органических веществ (молекул), из которых состоит организм человека.

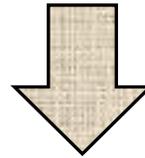


Нарушение биохимических процессов, протекающих в клетках, или даже к их гибели, в результате чего происходит поражение организма в целом.

Под влиянием ионизирующих излучений у человека возникает **лучевая болезнь**.



**Лучевая болезнь**



Заболевание, возникающее в результате воздействия различных видов ионизирующих излучений. И характеризующаяся симптомокомплексом, зависящим от вида поражающего излучения, его дозы, локализации источника радиоактивных веществ, распределение дозы во времени и теле человека.

**Лучевая болезнь**

```
graph TD; A[Лучевая болезнь] --> B[Первая стадия (легкая)]; A --> C[Вторая стадия]; A --> D[Третья стадия (тяжелая)];
```

The diagram is a flowchart with a central title box at the top. Three arrows point downwards from this title box to three separate boxes below. The left box is labeled 'Первая стадия (легкая)', the bottom box is labeled 'Вторая стадия', and the right box is labeled 'Третья стадия (тяжелая)'. All boxes have a light brown, textured background and rounded corners.

**Первая стадия  
(легкая)**

**Третья стадия  
(тяжелая)**

**Вторая стадия**

# Симптомы лучевой болезни



**1 стадия (легкая)** – слабость, головные боли, нарушение сна и аппетита.



**2 стадия** - нарушение в деятельности сердечно-сосудистой системы, изменяется обмен веществ и состав крови, расстройство пищеварительных органов.



**3 стадия** – кровоизлияния, выпадение волос, нарушение деятельности центральной нервной системы.

**Лучевая болезнь (ЛБ)**

```
graph TD; A[Лучевая болезнь (ЛБ)] --> B[Острая лучевая болезнь (ОЛБ)]; A --> C[Хроническая ЛБ];
```

**Острая лучевая  
болезнь (ОЛБ)**

**Хроническая  
ЛБ**

**Острая лучевая  
болезнь (ОЛБ)**



наступившая  
вследствие  
однократного  
облучения

**Хроническая  
ЛБ**



развивается в результате  
длительного непрерывного  
или фракционированного  
облучения организма в  
дозах 0,1—0,5 сГр/сут при  
суммарной дозе,  
превышающей 0,7—1 Гр.

# Острая лучевая болезнь (ОЛБ)

```
graph TD; A[Острая лучевая болезнь (ОЛБ)] --> B["I степень  
1÷2 Гр.  
(проявляется через  
14-21 день)"]; A --> C["III степень  
5÷10 Гр.  
(после 10-12 часов)"]; B --> D["II степень  
2÷5 Гр.  
(через 4-5 дней)"]; C --> E["IV степень  
>10 Гр.  
(после 30 минут)"];
```

**I степень**

1÷2 Гр.

(проявляется через  
14-21 день)

**II степень**

2÷5 Гр.

(через 4-5 дней)

**III степень**

5÷10 Гр.

(после 10-12 часов)

**IV степень**

>10 Гр.

(после 30 минут)

# Степени тяжести острой лучевой болезни



**Легкая (первая)  
степень**



от 1 до 2.5 Гр.



**Средняя (вторая)**



от 2.5 до 4 Гр.

# Степени тяжести острой лучевой болезни



**Тяжелая (третья)**



от 4 до 10 Гр.



**Крайне тяжелая  
(четвертая)**



от 10 Гр. и выше

# Отдаленные последствия облучения



Соматические и стохастические эффекты, проявляющиеся через длительное время (несколько месяцев или лет) после одноразового или в результате хронического облучения

**Отдаленные последствия облучения включают в себя:**

```
graph TD; A[Отдаленные последствия облучения включают в себя:] --> B[Изменения в половой системе]; A --> C[Сокращение продолжительности жизни]; A --> D[Иммунные болезни];
```

**Сокращение  
продолжительности  
жизни**

**Изменения в  
половой  
системе**

**Иммунные болезни**

**Отдаленные последствия облучения  
включают в себя:**



**Лучевую  
катаракту**



**Генетические и  
тератогенные эффекты**



**Склеротические  
процессы**

# Генетические последствия облучения

Иммунные  
болезни

Изменения в  
половой системе

Генетические и  
тератогенные  
эффекты

Склеротические  
процессы

Сокращение  
продолжительности  
жизни

Лучевая  
катаракта

Радиоканцерогенез