



Тема № 10

# Медико-биологические

## ОСНОВЫ радиационной безопасности

### Введение в основы радиационной безопасности





# Цели лекции:

- 1. Дать базисные теоретические знания, необходимые для осмысленного научного представления о природе радиации, единицах и величинах измерения и биологических эффектах
  - 2. Сформировать знания о биологических эффектах радиации, правилах защиты от облучения и оказании первой помощи при лучевом поражении
  - 2. Воспитать сознание необходимости соблюдения правил и норм радиационной безопасности при выполнении спасательных работ в условиях с риском облучения
-



# Учебные вопросы

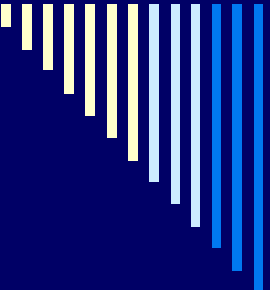


- 1. Радиоактивность, ионизирующее излучение, величины и единицы их измерения
  
- 2. Биологическое действие радиации
  
- 3. Правила радиационной защиты населения

## Учебники в библиотеке:



- Л.А.Коннова и соавт «Азбучник первой медицинской помощи»// СПб.-СПбУ ГПС МЧС России.-2008, разделII, стр.86-120
- *Л.А.Коннова и соавт. БЖ. Первая помощь.*//СПб.-СПбУ ГПС МЧС России,-2013, раздел XIII, стр. 114-120
- Л.А.Коннова, Балабанов В.А. БЖ. Основы радиационной безопасности//СПб.-2010.-123с.
- Л.А.Коннова, М.Н. Акимов Основы радиационной безопасности//СПб.- СПбУ ГПС МЧС России.-2013г., 130с.



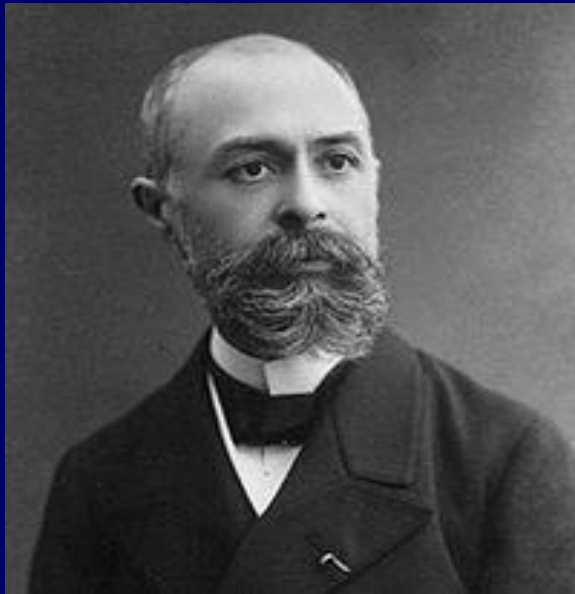
---

# 1. Радиоактивность, ионизирующее излучение, величины и единицы их измерения

## Хронология открытий

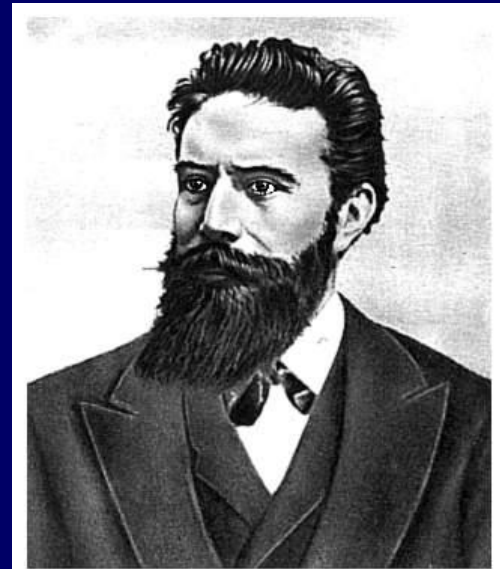
□ *Радиоактивность*

1896г. Анри Беккерель



*Радиация (ионизирующее излучение)*

1895г В.К.Рентген



Вильгельм Конрад Рентген

## Хронология открытий

- 1898г М.Кюри и П.Кюри – радий и полоний

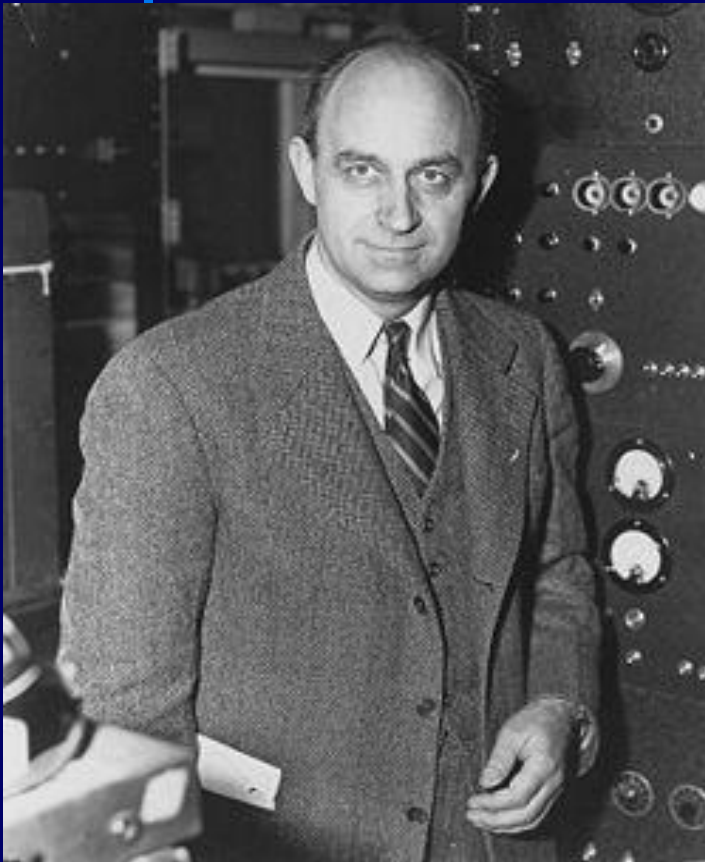


- 1934г. Ирен Кюри и Фредерик Жолио-Кюри – искусственные РН


Сегодня известно 300 естественных и 2000 искусственных радионуклидов

# Энрико Ферми

1942г.- первый атом-  
ный реактор

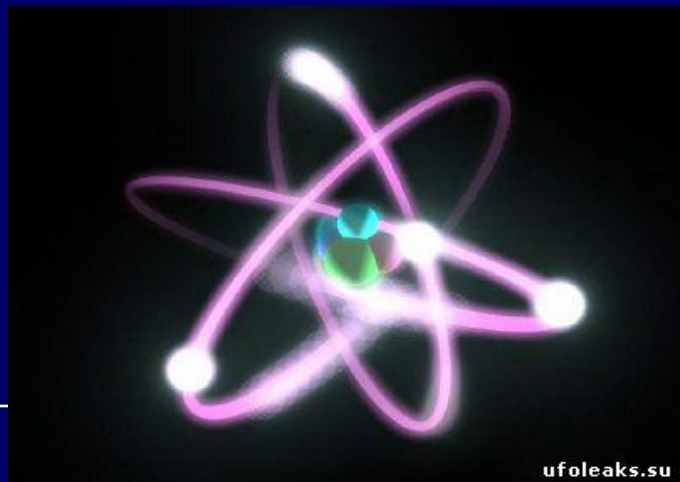




- 
- В настоящее время радиационный фактор является одним из общепризнанных факторов профессионального риска пожарных. Риск получить лучевое поражение сегодня связан не только с пожарами и авариями на радиационно-опасных объектах, но и с возможностью террористических актов с применением радиоактивных веществ. В связи с этим проблема радиационной безопасности является актуальной для пожарной охраны во всех странах мира.

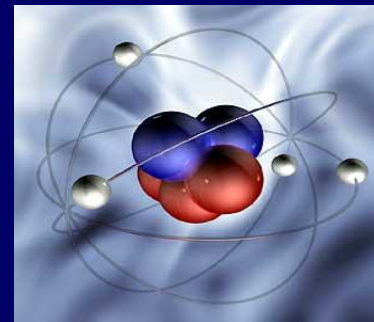
# Радиоактивность и радиация

- Это два разных, но взаимосвязанных физических явления
- Они были на Земле всегда со дня ее возникновения





# Радиоактивность



- Свойство ядер атомов некоторых *химических элементов* спонтанно распадаться с испусканием *ионизирующего излучения*
- Эти химические элементы называются *радионуклидами*

# Ионизирующее излучение (в обиходе называют *радиацией*)

- **ИИ** – такой вид излучений, которые при воздействии на вещество (в том числе и на живое тело) вызывают в нем ионизацию



# Биологически значимые свойства радионуклидов

- **Активность** – величина, обозначающая скорость распада ядер
- обозначается как **A**



# Единицы измерения радиоактивности



- **Беккерель** - единица измерения радиоактивности по СИ
- В единицах активности измеряют количество радиоактивного вещества
- **1 беккерель (Бк)** - это такое количество радиоактивного вещества, в котором за 1 сек происходит превращение 1 ядра (1 распад).

Внесистемная единица измерения радиоактивности - кюри (Ки), и ее дольные единицы - милликюри и микрокюри (мКи, мкКи). ( $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10}$  в 10 степени Бк).



## Свойства радионуклидов

- $T_{1/2}$  – период полураспада;
- период времени, в течение которого  $A$  уменьшается в 2 раза
- Короткоживущие РН с  $T_{1/2}$  от сек., мин. до нескольких дней;
- Долгоживущие, с  $T_{1/2}$  месяцы, годы, сотни и тысячи и более лет.

# Свойства радионуклидов

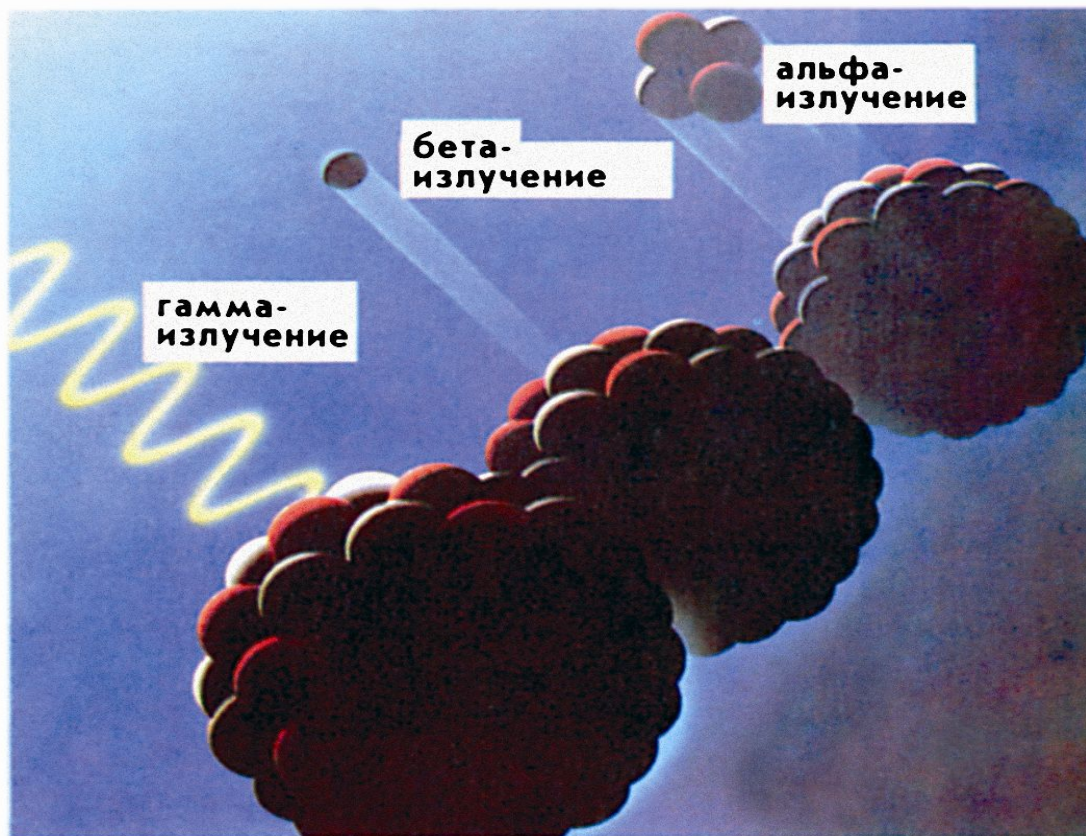


- **Летучесть:** если радионуклиды летучи, при попадании в атмосферный воздух они могут разноситься на большие расстояния и загрязнять территории, отдаленные от места выброса радионуклидов.
- **Растворимость:** хорошо растворимые радионуклиды быстрее всасываются в кровь при попадании в организм человека с пищей, водой и воздухом
- **Тропность** (сродство к органам);
- **Вид испускаемого излучения**

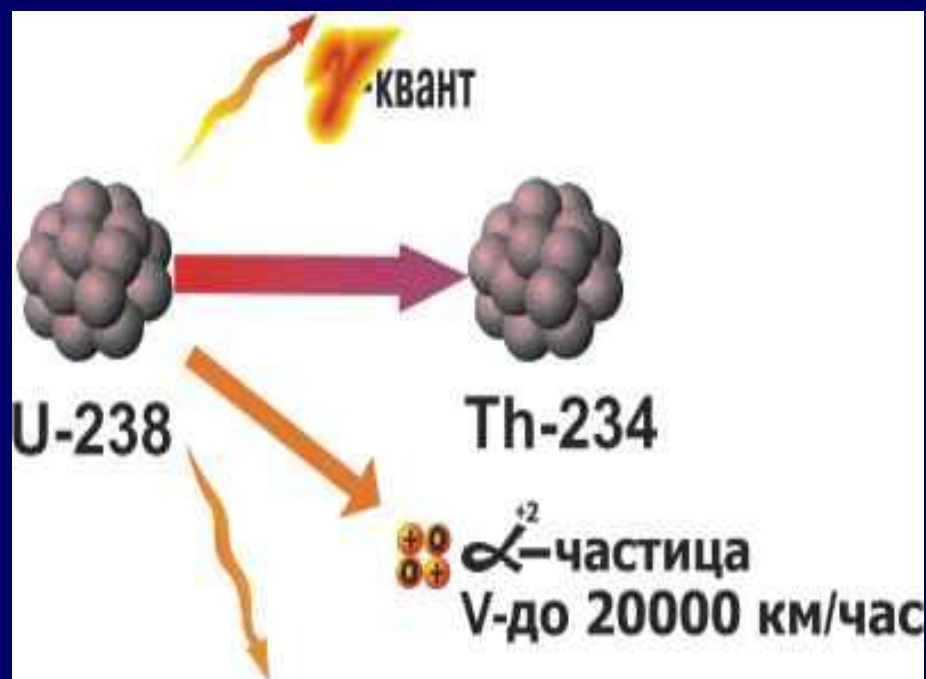
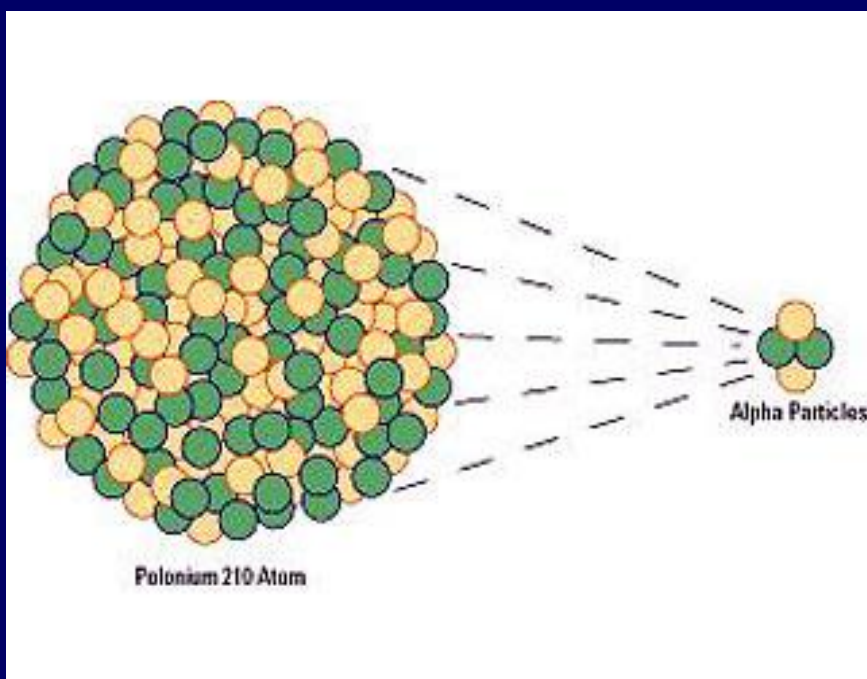


# Природа радиации (ИИ):

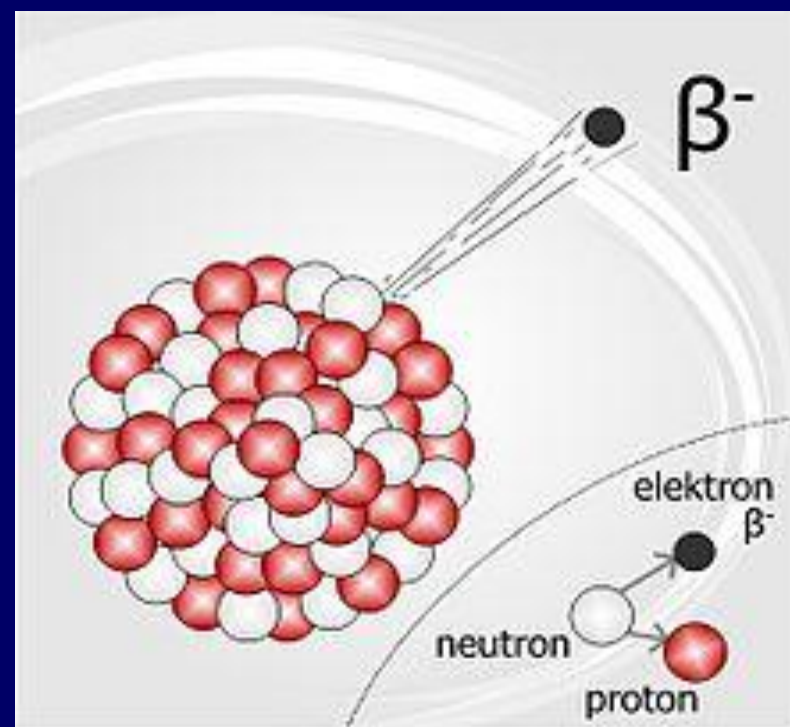
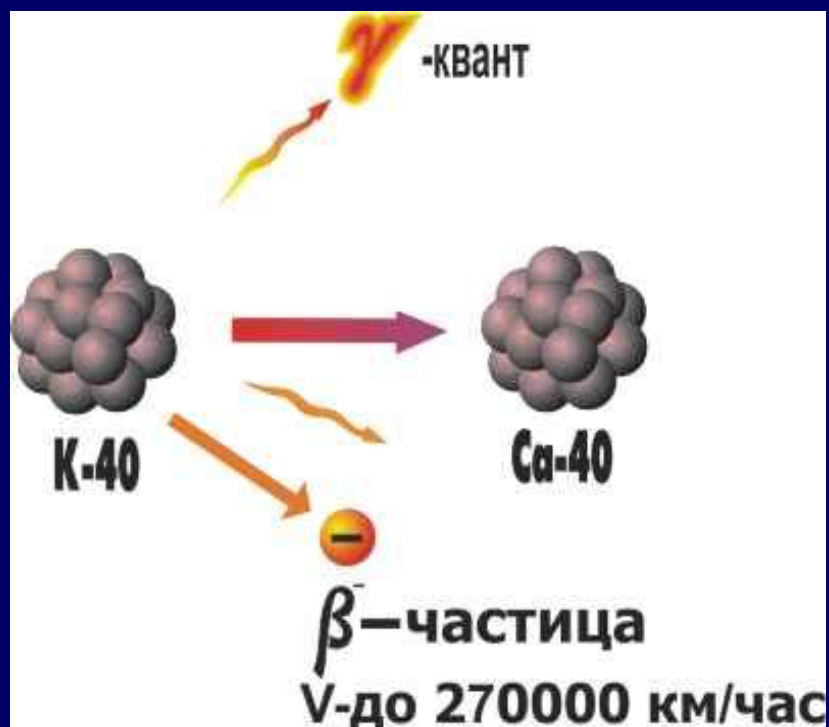
1. корпускулярное (частицы)
2. электромагнитные короткие волны



# Альфа-излучение имеет корпускулярную природу

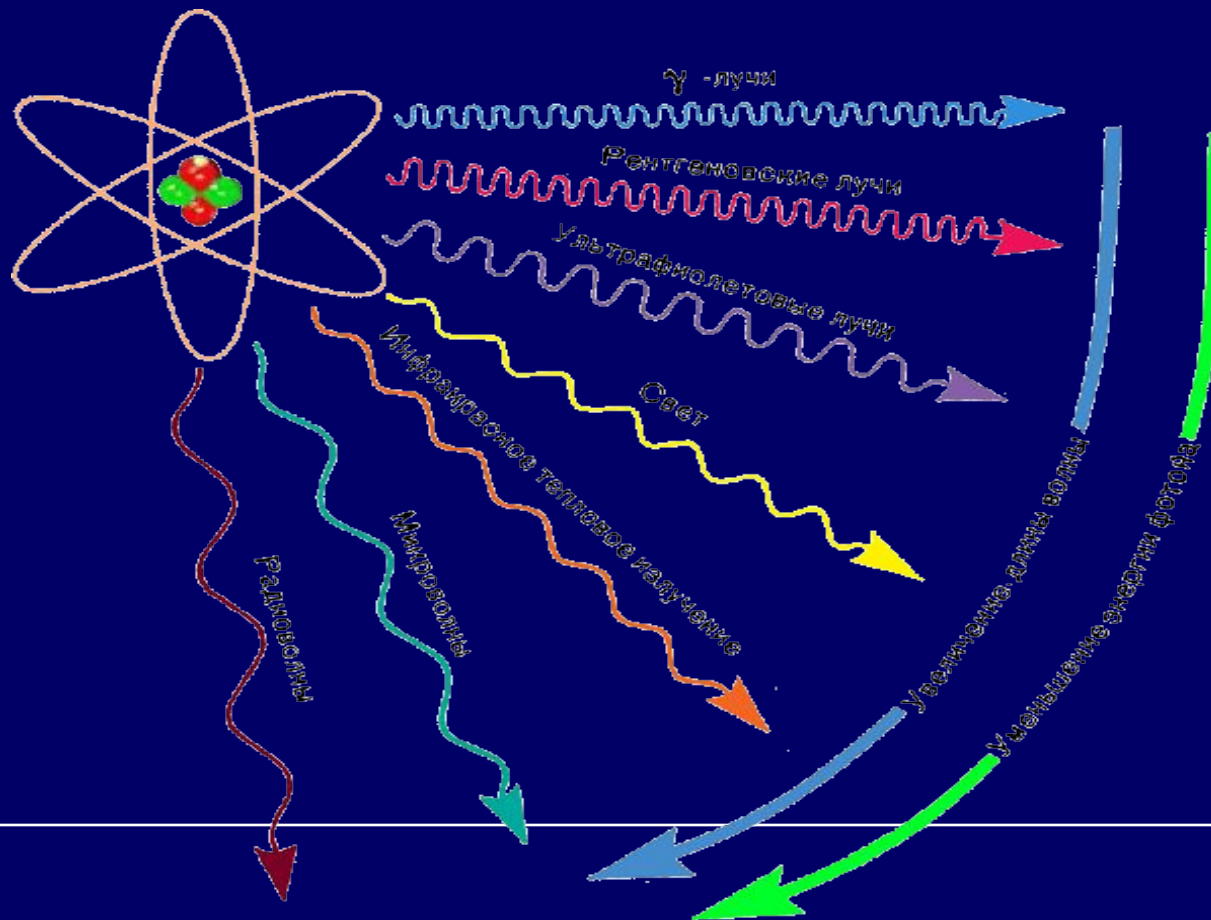


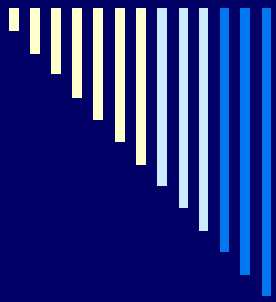
# Бета-излучение



# Природа гамма-излучения --- короткие электромагнитные волны

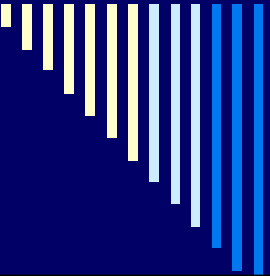
## □ Спектр





Радионуклиды различаются по энергии ионизирующего излучения, по длине пробега различных видов ИИ в воздухе и в биологических тканях.

- Альфа-частицы имеют пробег в воздухе 4-5 см, а в биологической ткани - 40-50 мкм.
- Бета-частицы имеют пробег в воздухе 2-4 м и в тканях 2-4 мм.
- Гамма-излучение - 200-250 м в воздухе и 20-25 см в тканях.



## Характеристика основных дозоформирующих РН

Йод -131	$T_{1/2} = 8$ дней, летуч, растворим, захватывается щитовидной железой (гамма-излучение)
Цезий -137	$T_{1/2} = 30$ лет, летуч, растворим, захватывается мышцами (гамма-излучение) (аналог калия)
Стронций-90	$T_{1/2} = 30$ лет, не летуч, растворим, захватывается костной тканью (аналог кальция)
Плутоний-239	$T_{1/2} = 25000$ лет, накапливается в костях, и в легких



# Величины и единицы измерения ионизирующего излучения

□ Количественная мера ИИ - **ДОЗА (Д)**  
излучения

□ **Поглощенная доза** –  $D_{\text{полг}}$  = энергия  
излучения, поглощенная одним кг  
облученного вещества

**Единицы измерения: - Грей (Гр) =**  
**Дж/кг.(СИ)**

**$1\text{Гр}=100\text{рад}$**

**$\text{рад}=0,01\text{Гр}$  (вне СИ)**





# Эквивалентная доза ( $D_{\text{ЭКВ}}$ ) (биологически значимая)

В радиационной безопасности  
используется **эквивалентная  
доза**

Ед.измерения: - **Зиверт (Зв) = Дж/кг**

1 Зв = 100 бэр

**бэр = 0,01 Зв (вне СИ)**





# Мощность дозы (МД)

***Мощность Дозы (МД)*** - доза в единицу времени, или скорость накопления дозы,  
Измеряется в мкЗв/час; бэр/год, Гр/сек и т.д.



# Величины и единицы измерений

Активность (А) =  $\frac{\text{Число распадов ядер}}{\text{Время}}$

Единица  
Измерения: 1 Бк =  $\frac{1 \text{ распад}}{\text{секунда}}$

Поглощенная доза D =  $\frac{\text{Поглощенная энергия излучения}}{\text{Масса}}$

Единица измерения: 1 Гр = 1 Дж/кг

Эквивалентная доза (Н) = Биологически активная  
поглощенная доза

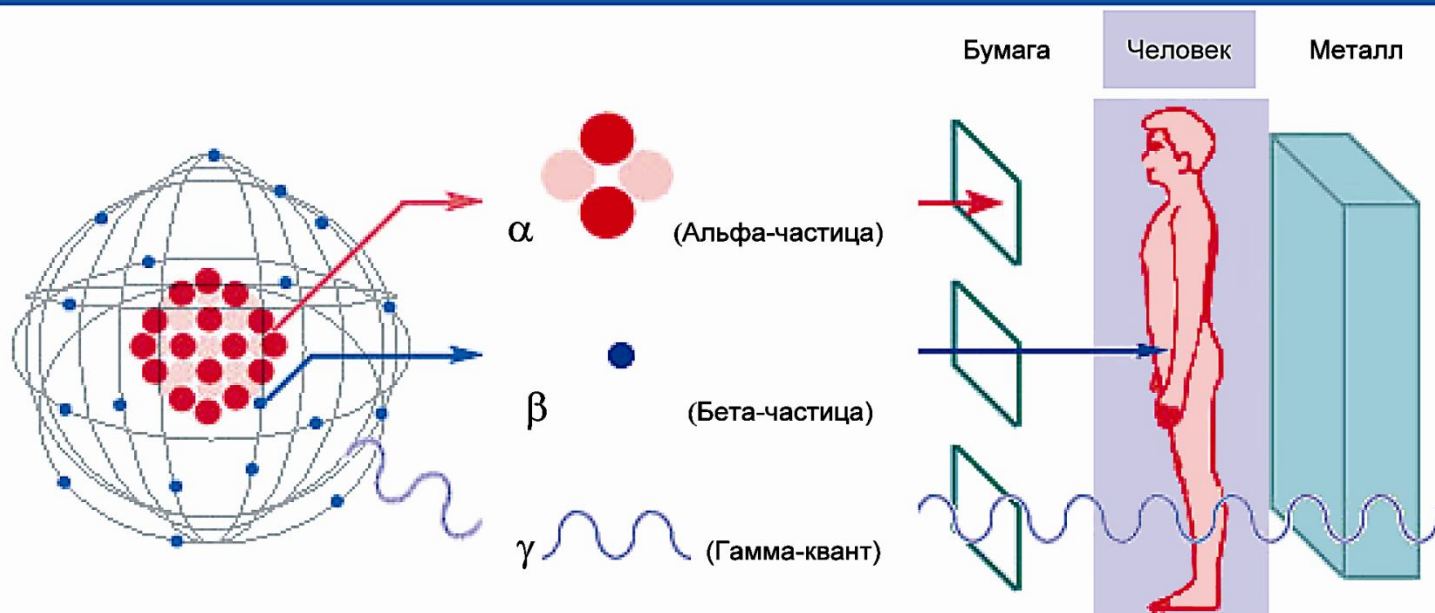
Единица  
Измерения: 1 Зв = 1 Дж/кг

Мощность дозы = Зв/час, мкЗв/час и др.

(уровень радиации, скорость  
накопления дозы, доза в единицу  
времени)

# Свойства радиации (ИИ)

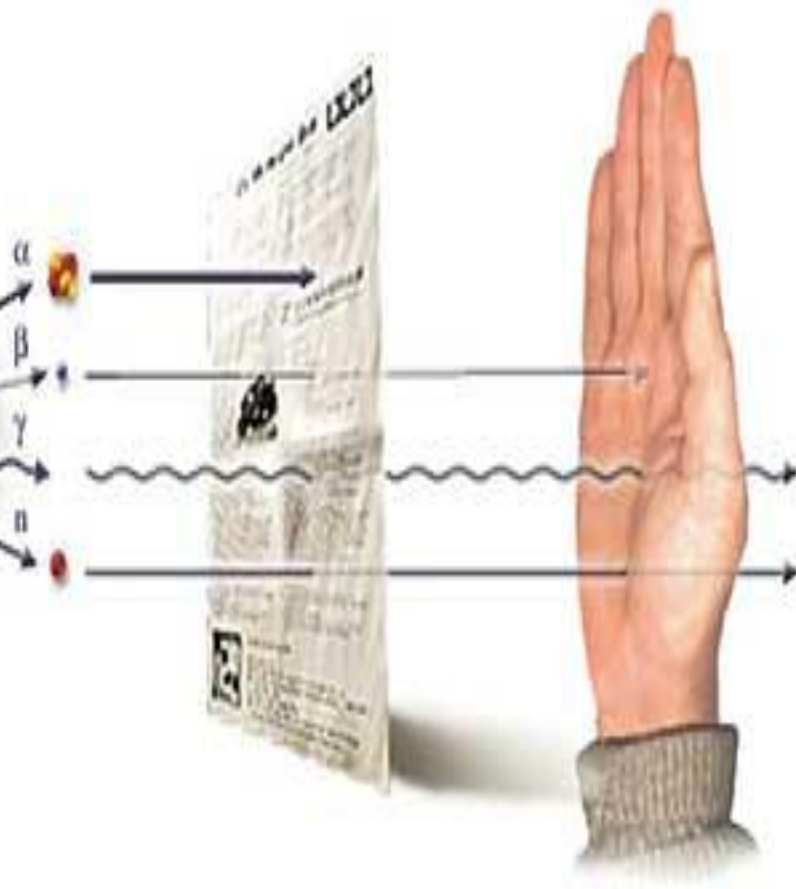
## Проникающая способность излучений



# Бумага задерживает только альфа-излучение

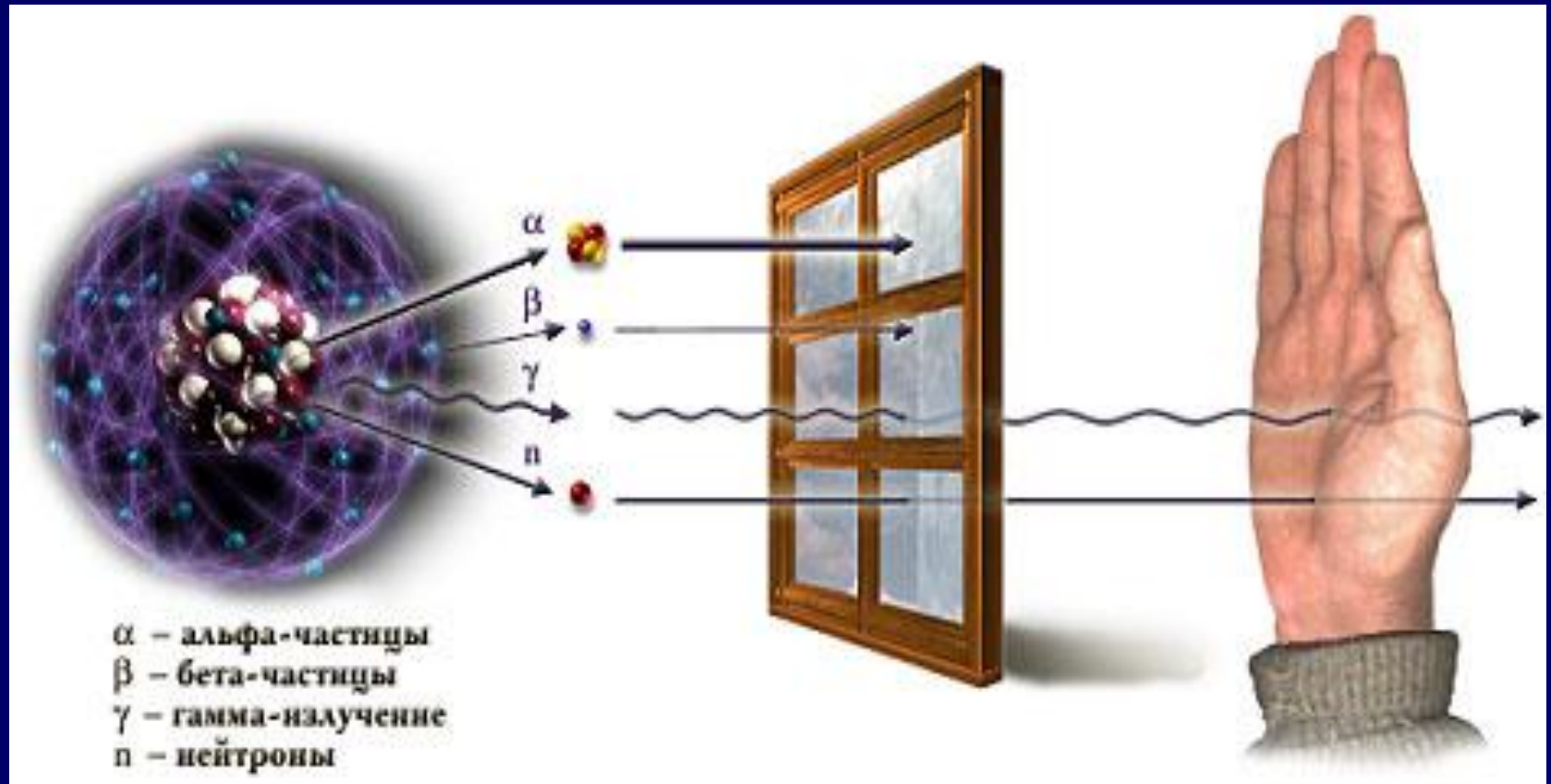


$\alpha$  - альфа-частицы  
 $\beta$  - бета-частицы  
 $\gamma$  - гамма-излучение  
 $n$  - нейтроны

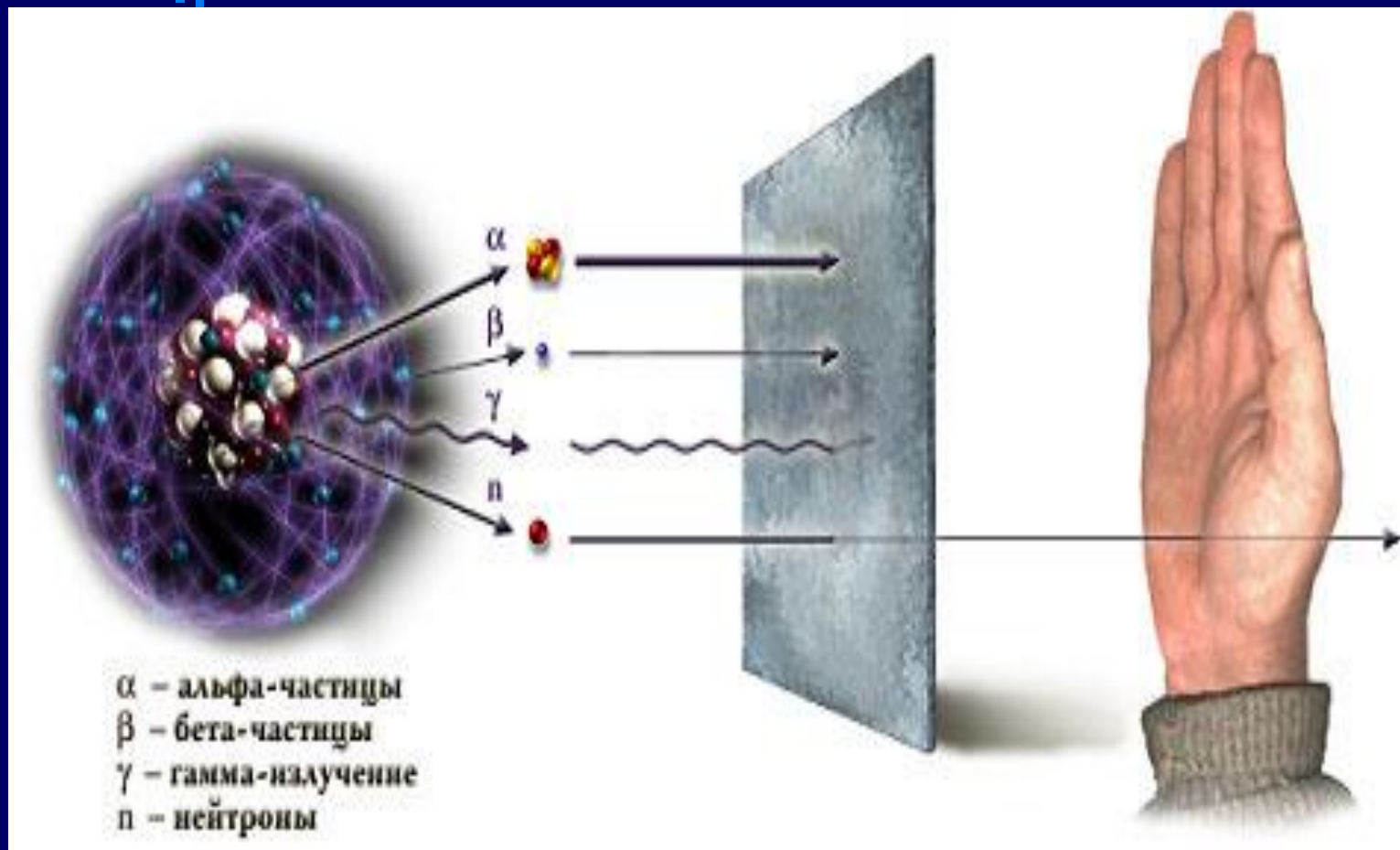


Бумага задерживает  
только  $\alpha$ -излучение

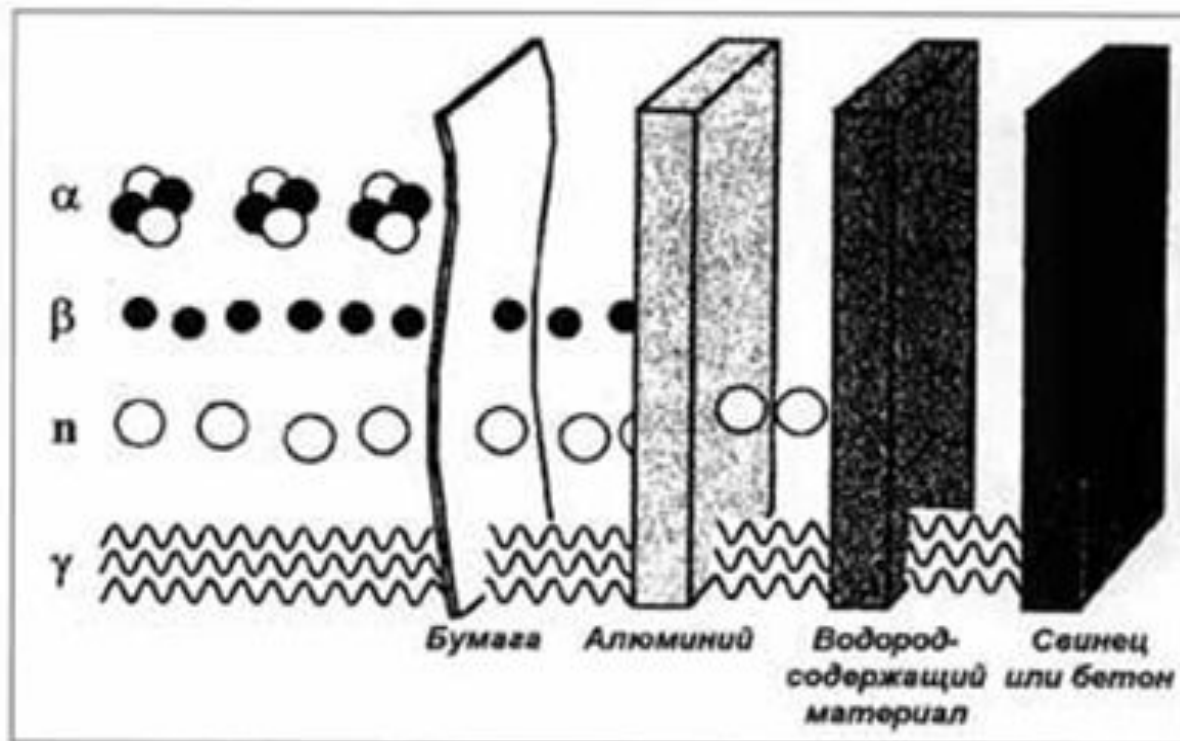
Стекло, тонкий слой алюминия или плексигласа задерживает бета-излучение (одежда поглощает 50%  $\beta$ -частиц, оконное или автомобильное стекло или металлический экран толщиной в несколько мм полностью поглощают эти частицы)



Металлы с высокой массой задерживают гамма-излучение (свинец, чугун, вольфрам)



## Проникающая способность ионизирующих излучений

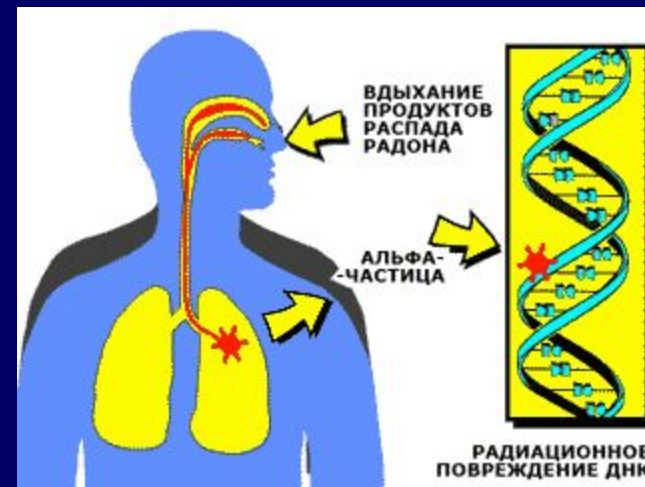


На рисунке: проникающая способность излучений

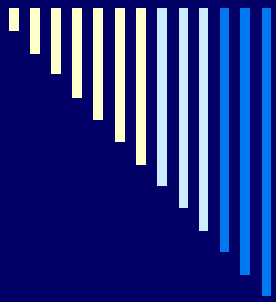


# Внутреннее облучение. Опасность $\alpha$ -частиц

- Альфа частицы не обладают проникающей способностью, у них короткий пробег в воздухе, поэтому они обладают высокой степенью ионизации. Попадание их внутрь организма в 20 раз опаснее, чем гамма-излучающего радионуклида, у которого плотность ионизации меньше.







## 2. Биологическое действие радиации



# Последствия облучения человека

<i>Вид облучения</i>	<i>Наиболее опасное ИИ</i>	<i>Результат</i>
Внешнее	Гамма-излучение	ОЛБ, лучевые ожоги
Внутреннее	Альфа-излучение	ОЛБ, хроническая ЛБ, опухоли
Контактное	Бета-, гамма-излучение	Лучевые ожоги, ОЛБ
Сочетанное		
Комбинированное	Облучение + травма	

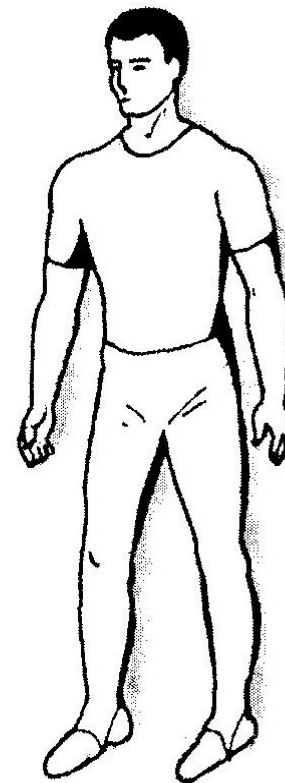
**Внешнее облучение при прохождении  
радиоактивного облака**

**Внешнее облучение, обусловленное  
радиоактивным загрязнением  
поверхности земли, зданий,  
сооружений и т.п.**

**Внутреннее облучение при вдыхании  
радиоактивных аэрозолей, продуктов  
деления (ингаляционная опасность)**

**Внутреннее облучение в результате  
потребления загрязненных продуктов  
питания и воды**

**Контактное облучение при попадании  
радиоактивных веществ на кожные  
покровы и одежду**



*Рис. 10.* Виды радиационного воздействия на людей и животных

## Очередность облучения:



- Внешнее - при прохождении облака
- Внутреннее – при вдыхании аэрозоля
- Контактное – от РВ, осевших на одежде и коже
  
- *Внешнее* от РВ с поверхности зданий, сооружений, техники, земли
- *Внутреннее* от продуктов, воды, при кашле (заглатывание мокроты)





# Степень тяжести ОЛБ в зависимости от дозы излучения

Степень тяжести	Доза излучения (Гр)
Острая лучевая реакция	0,5-1
Острая лучевая болезнь	
1 степени	1-2
2 степени	2-4
3 степени	4-6
4 степени	6-10
Острейшая лучевая болезнь:	
Кишечная форма	10-100
Неврологическая форма	более 100

# Виды радиочувствительности

□ Видовая: ЛД<sub>50</sub> для человека 3,5ГР

собака – 3,0Гр

крыса - 9Гр

таракан -100Гр



Тканевая -1.красный костный мозг

2.щитовидная железа

3.половые железы.

4.другие ткани и организм в целом

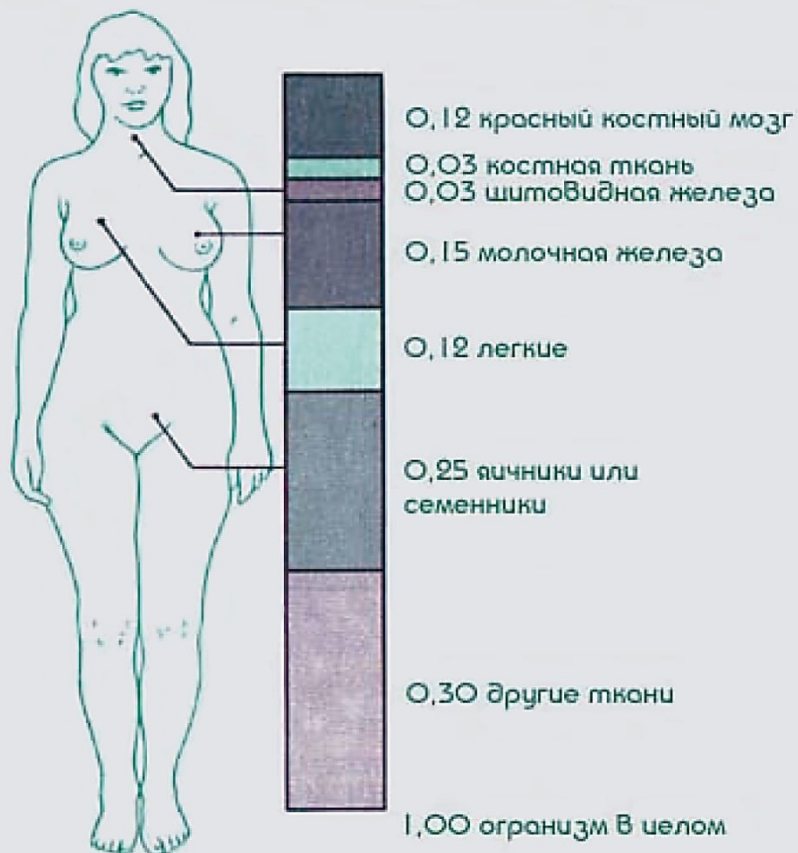


# Факторы, определяющие тяжесть поражения

- Поглощенная доза -Д
- Мощность дозы (скорость накопления дозы)= МД
- Радиочувствительность
- Расстояние от источника
- Характер облучения (общее, равномерное, локальное и т.д)
- Вид ИИ

# Радиочувствительность тканей

## Коэффициенты радиационного риска







# 3. Правила радиационной защиты населения

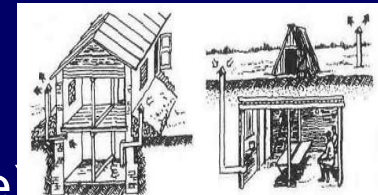
# Основные 3 круга задач РБ

- Гигиеническое нормирование (предельно допустимые нормы облучения)
- Радиационный контроль (оценка и прогнозирование радиационной обстановки и приведение ее в соответствие с нормами)

Собственно защита (средства и методы защиты)



## Меры защиты населения, оказавшегося в зоне радиационного загрязнения



- **1. Оповещение** (информация об обстановке,
- **2. Укрытие** – герметизация жилых и служебных помещений на время выброса и формирования следа загрязнения)
- **3. Профилактическое йодирование-1** раз в сутки прием препаратов йода: 2 таб.КJ или 5% настойку йода 44 капли на полстакана воды(детям до 5 лет -22 кап., младенцам –йодная сетка на плечо или предплечье
- **Защита органов дыхания подручными средствами** – платками, повязками, салфетками и т.д.
- **Запрет доступа в зараженные зоны**
- **Эвакуация** крытым транспортом
- Контроль за загрязнением продуктов и воды
- **Дезактивация объектов**
- **Переселение, если** уровень загрязнения превысит допустимый(по старому 15 Кюри на кв. км территории)





# Нормирование облучения

- ПДД – предельно допустимая доза облучения – **наибольшее значение эквивалентной (поглощенной) дозы за год, которое при равномерном воздействии в течение 50 лет не вызовет нарушения здоровья**
- Категория населения «А»-персонал предприятий и объектов ПЧ
- Категория «Б» – **все остальное население**
- **В случае привлечения к АСР с риском облучения л/с приравнивается к категории А**



---

# Радиационный фон в СПб

- 0,04 – 0,6 мкЗв/час (в среднем от 0,15 до 0,25 )
- (4 -60 мкР/час) ( в среднем от 15 до 25)