



Тема № 10

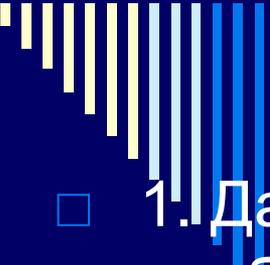
Медико-биологические

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, раздел II, 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.

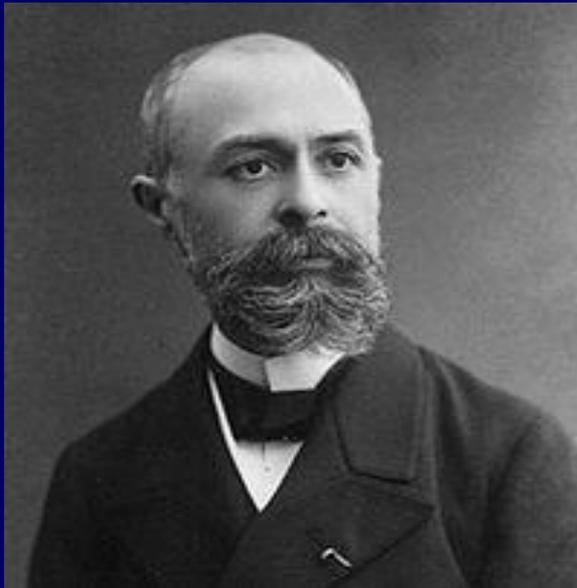


1. Радиоактивность, ионизирующее излучение, величины и единицы их измерения

Хронология открытий

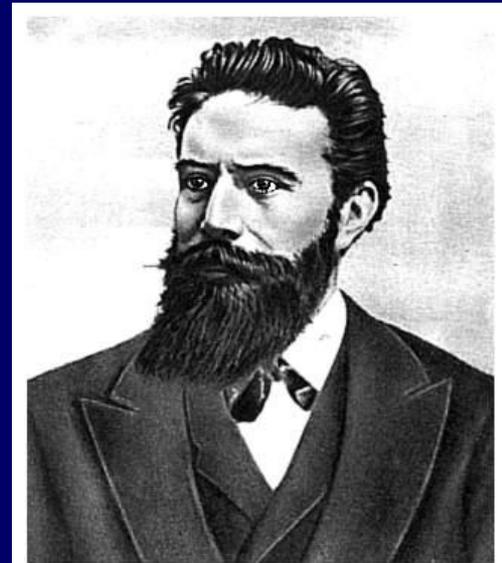
□ *Радиоактивность*

1896г. Анри Беккерель



Радиация (ионизирующее излучение)

1895г В.К.Рентген



Вильгельм Конрад Рентген

Хронология открытий

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

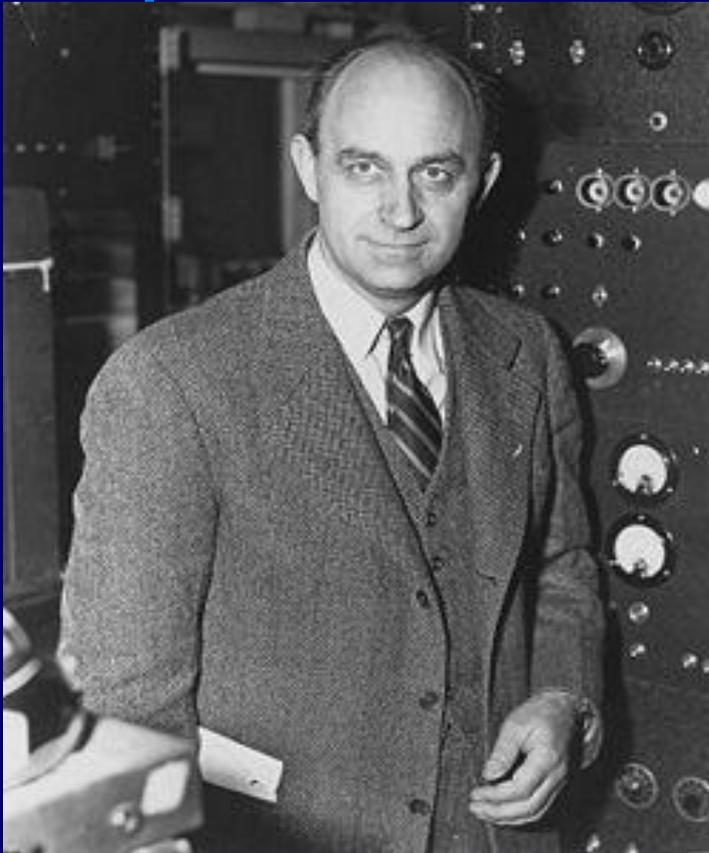


- 1934г. Ирен Кюри и Фредерик Жолио-Кюри – искусственные РН

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.

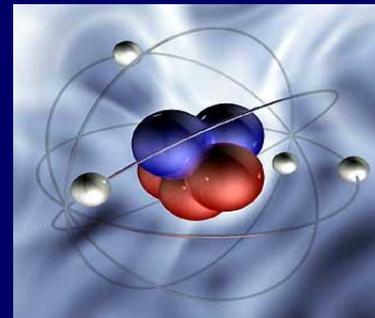
Радиоактивность и радиация

- 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*

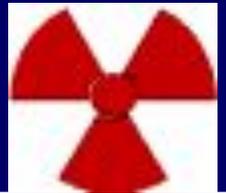
Ионизирующее излучение (в обиходе называют *радиацией*)

- **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**

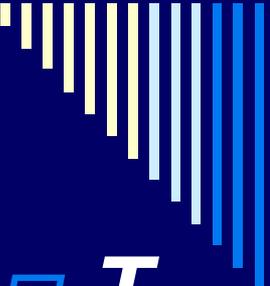


Единицы измерения радиоактивности



- **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.

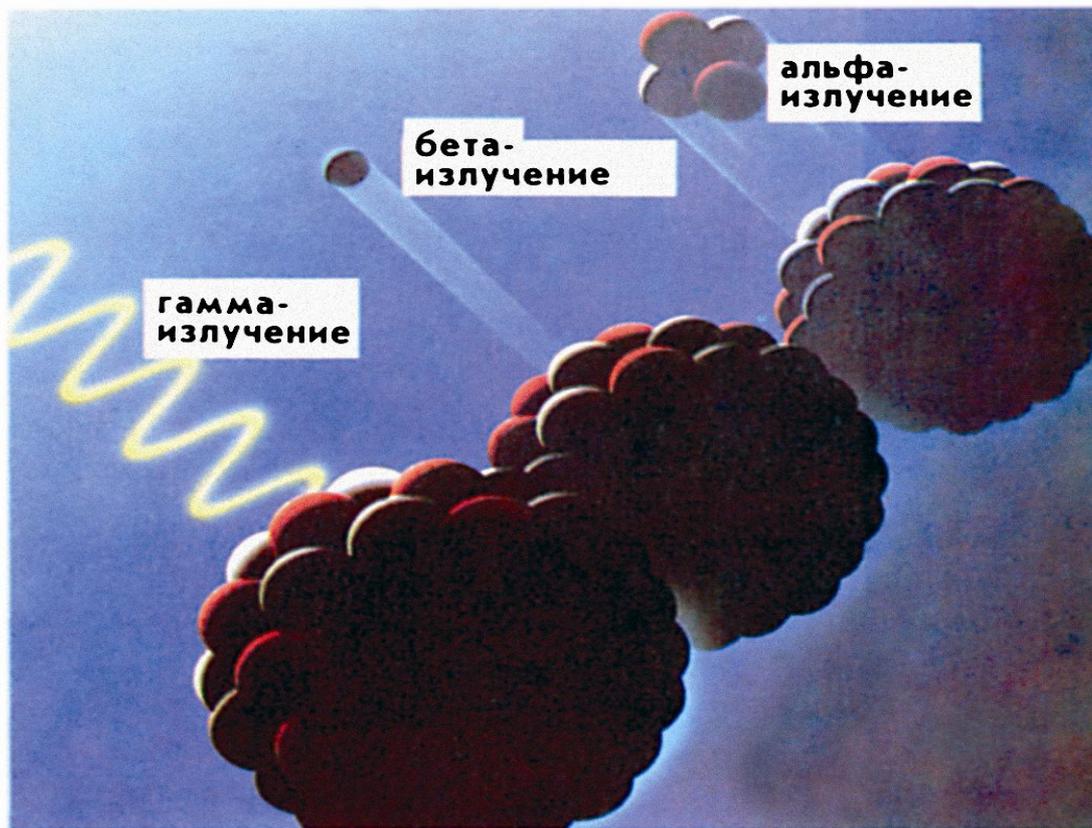
Свойства радионуклидов



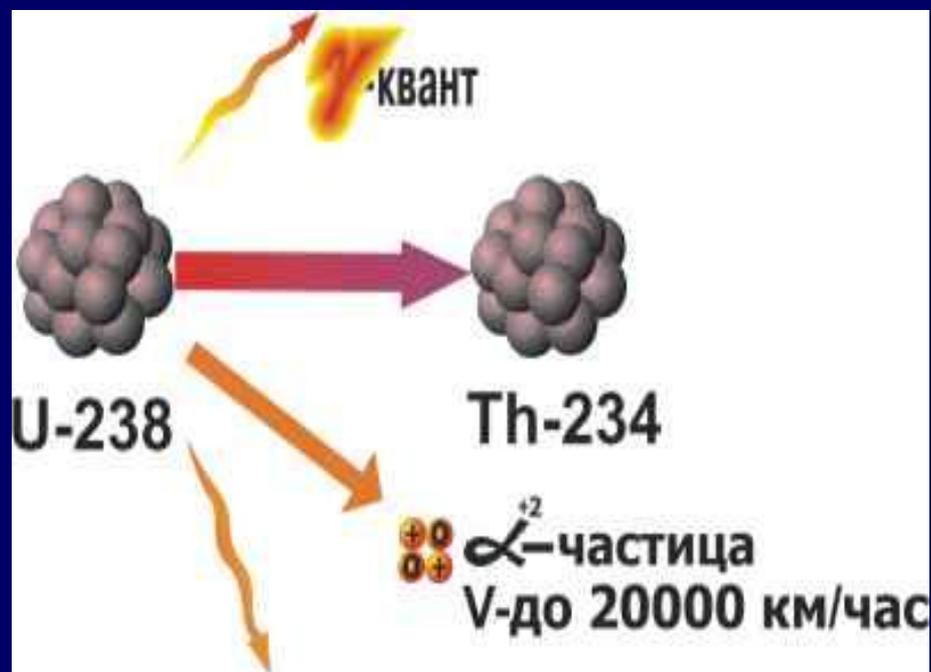
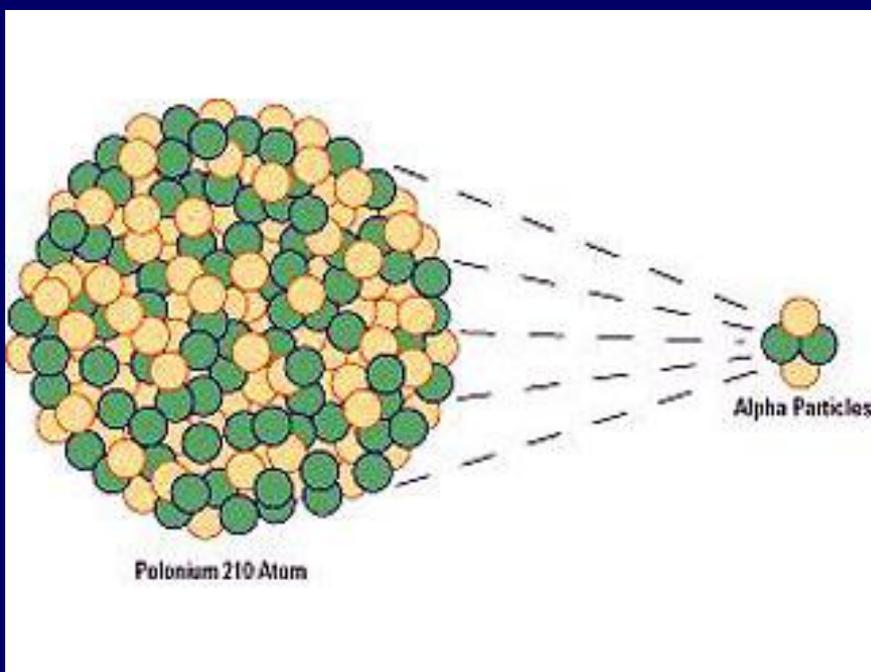
- **Летучесть:** если радионуклиды летучи, при попадании в атмосферный воздух они могут разноситься на большие расстояния и загрязнять территории, отдаленные от места выброса радионуклидов.
- **Растворимость:** хорошо растворимые радионуклиды быстрее всасываются в кровь при попадании в организм человека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

Природа радиации (ИИ):

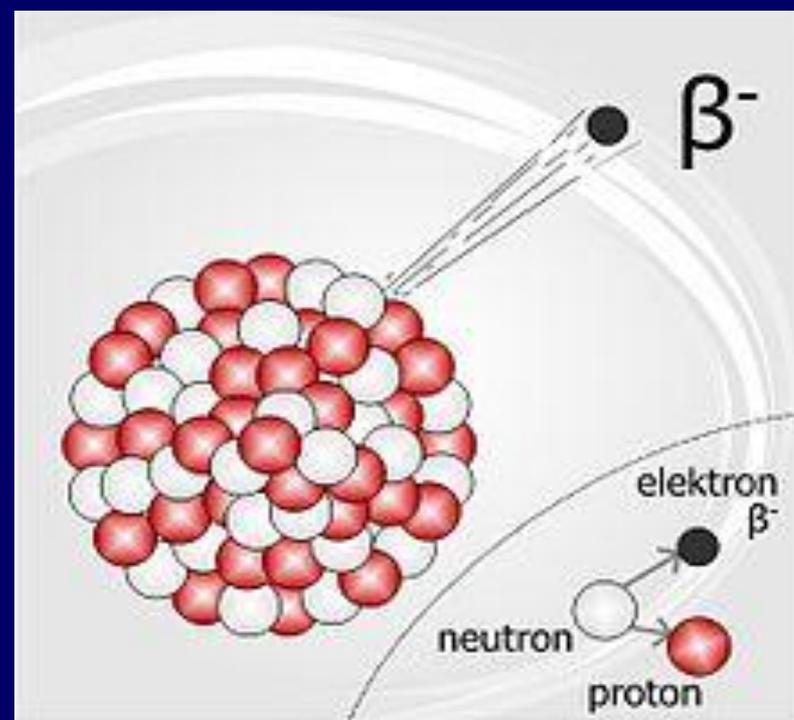
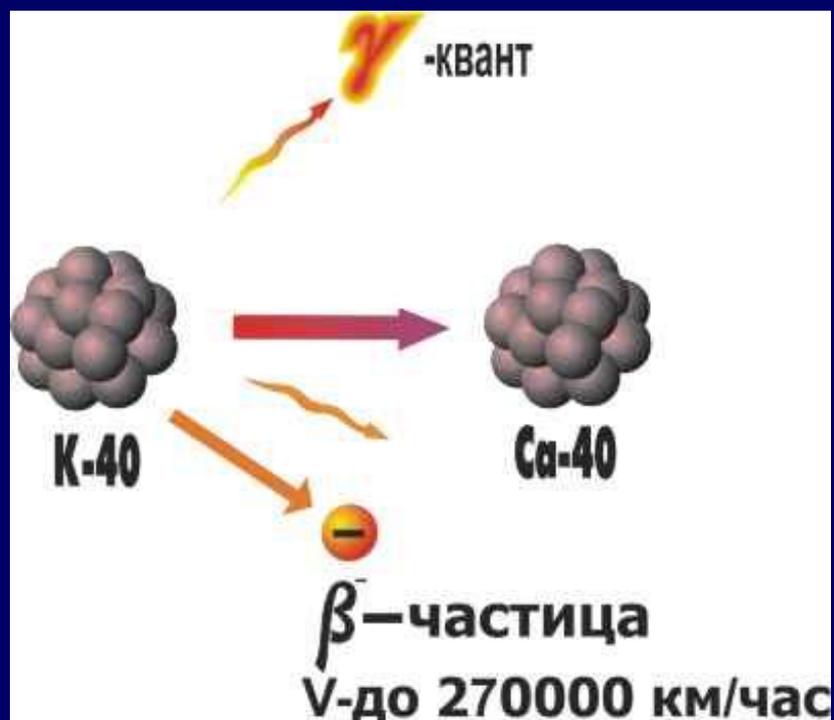
1. корпускулярное (частицы)
2. электромагнитные короткие волны



Альфа-излучение имеет корпускулярную природу

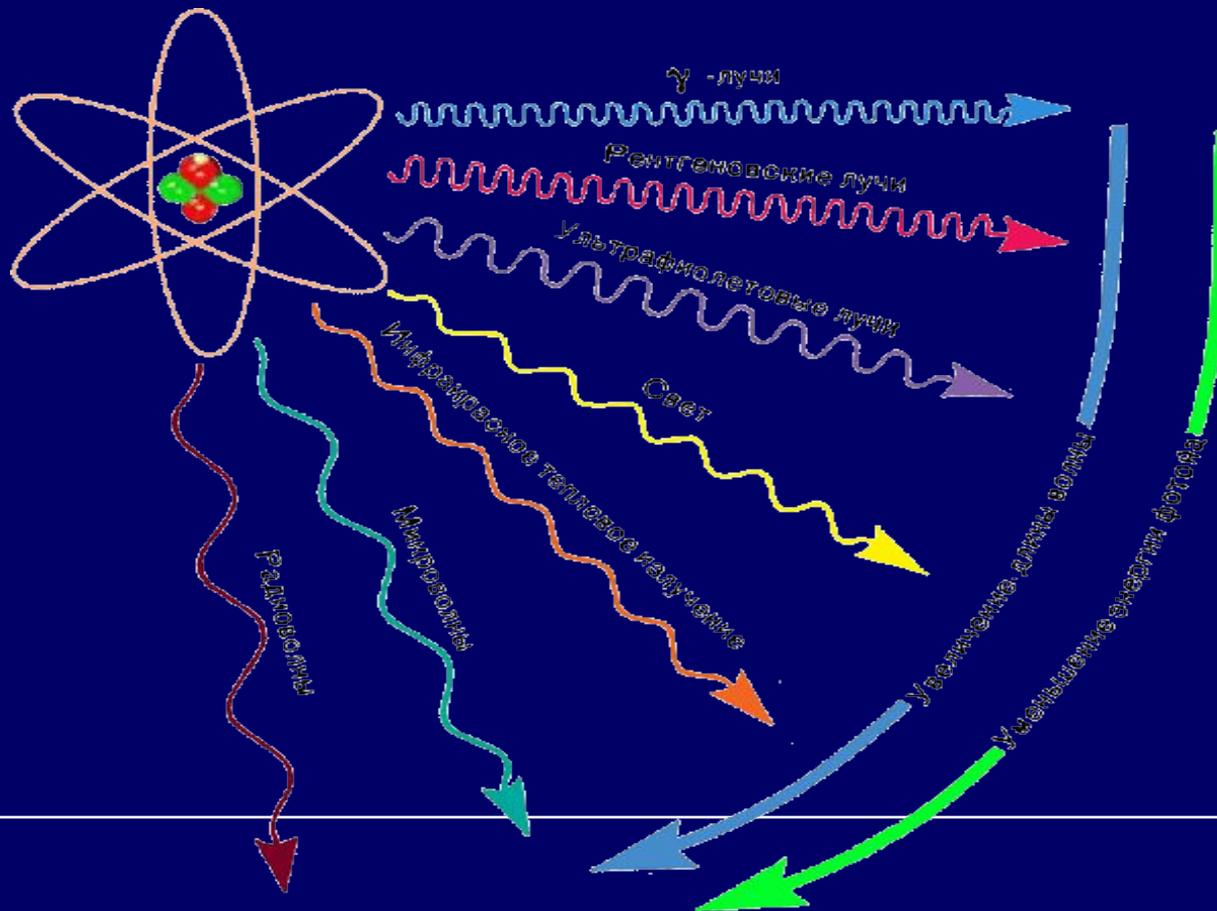


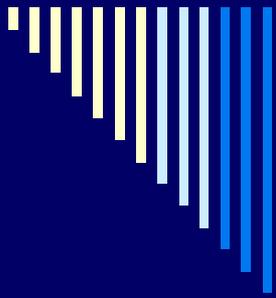
Бета-излучение



Природа гамма-излучения --- короткие электромагнитные волны

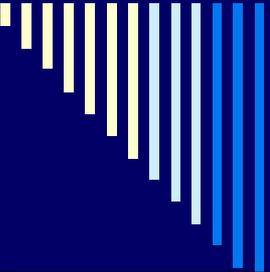
□ Спектр





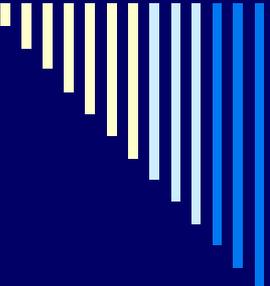
Радионуклиды различаются по энергии ионизирующего излучения, по длине пробега различных видов ИИ в воздухе и в биологических тканях.

- 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

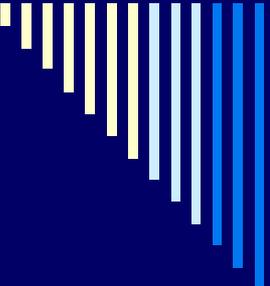
□ Количественная мера ИИ - **ДОЗА (Д)**
излучения

□ **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)



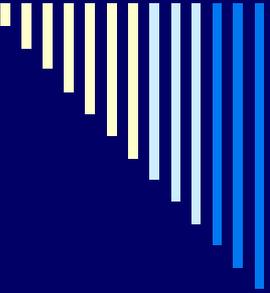
Эквивалентная доза ($D_{\text{ЭКВ}}$) (биологически значимая)

В радиационной безопасности
используется **эквивалентная
доза**

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

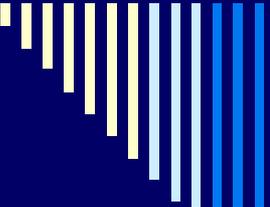
1 Зв = 100 бэр

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

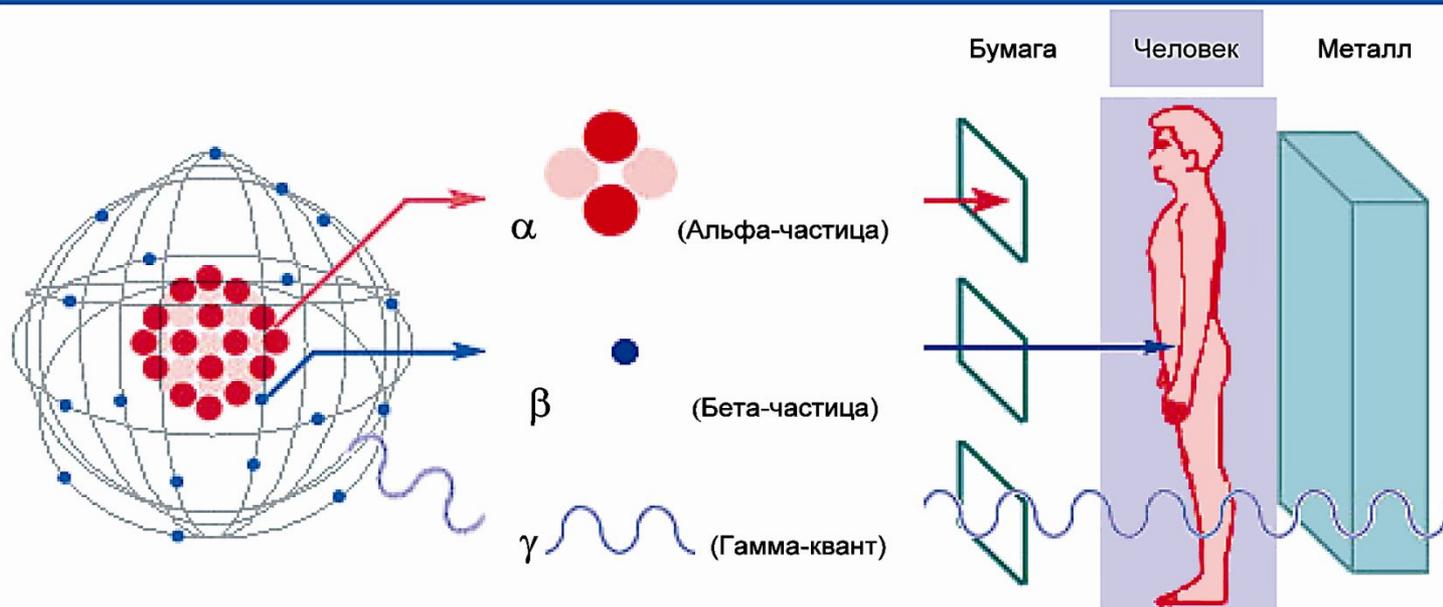
Единица
Измерения: 1 Зв = 1 Дж/кг

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

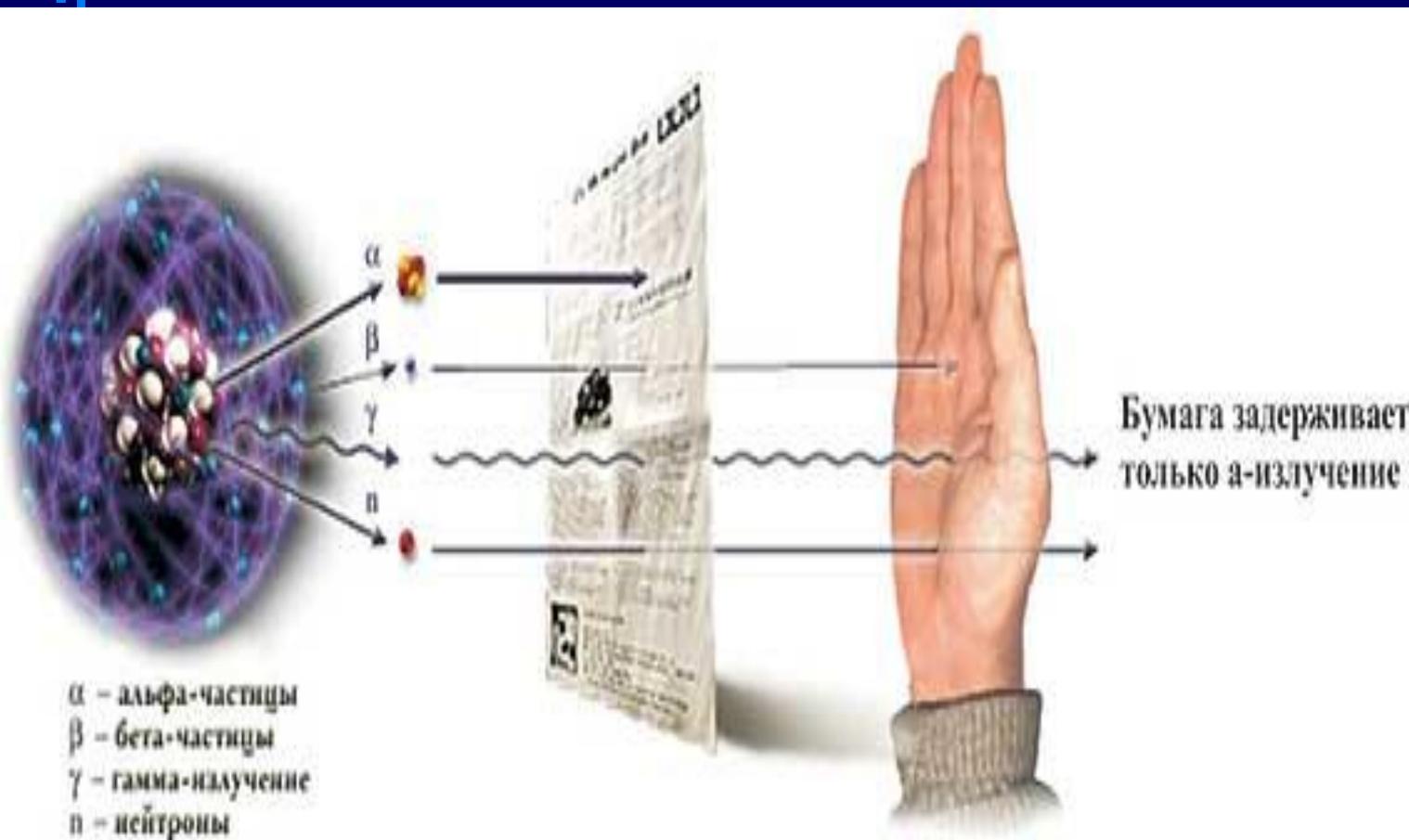
(уровень радиации, скорость
накопления дозы, доза в единицу
времени)

Свойства радиации (ИИ)

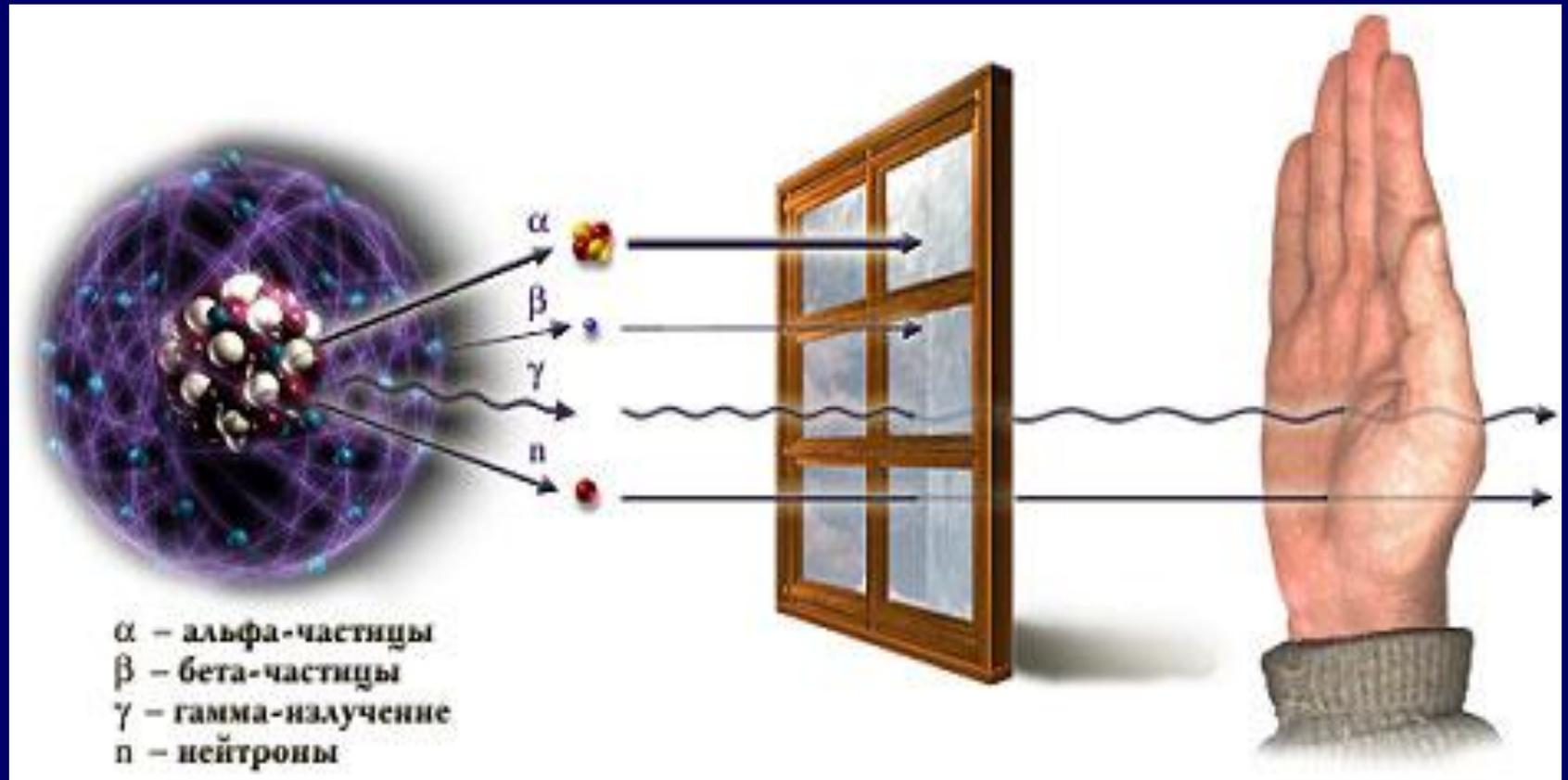
Проникающая способность излучений



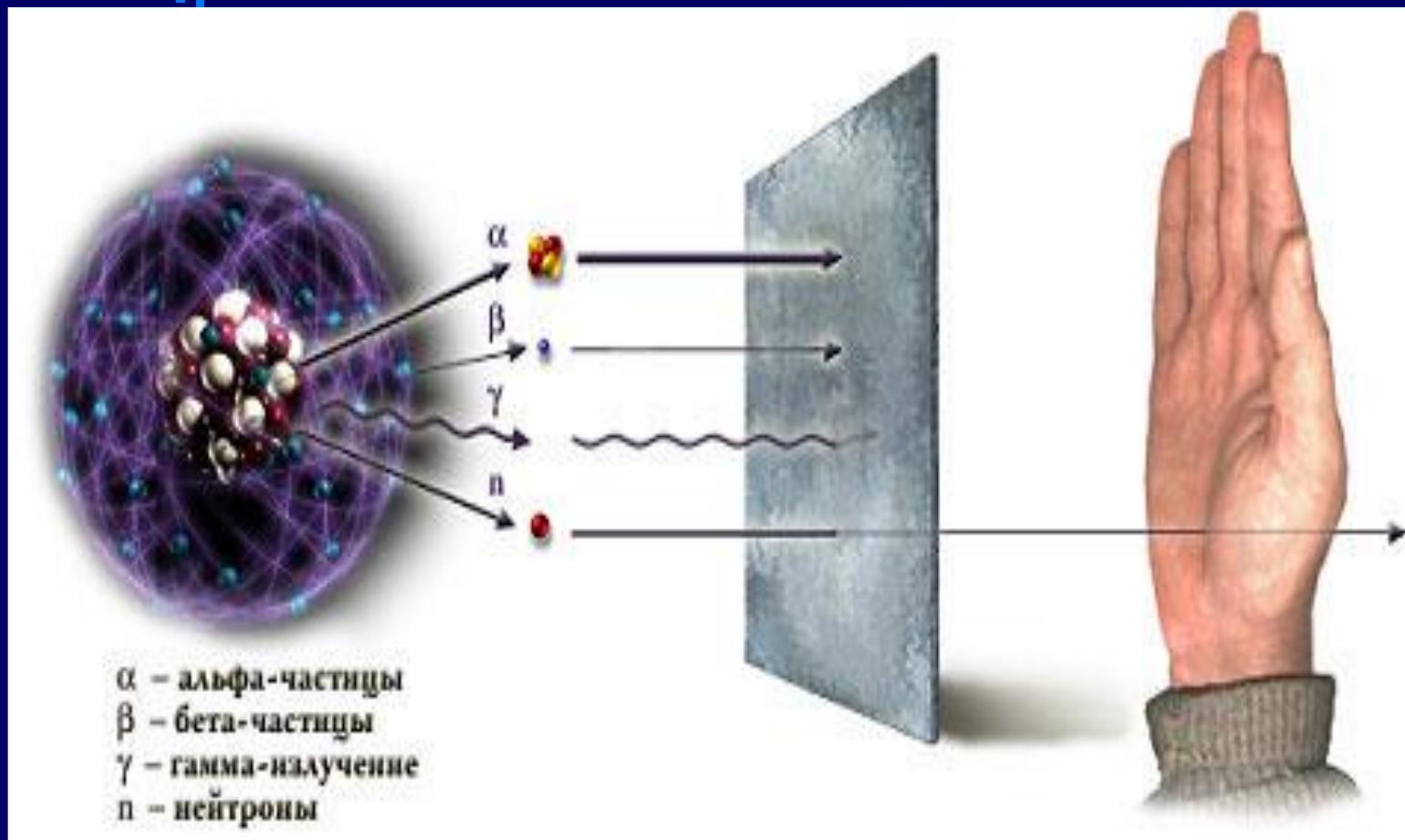
Бумага задерживает только альфа-излучение



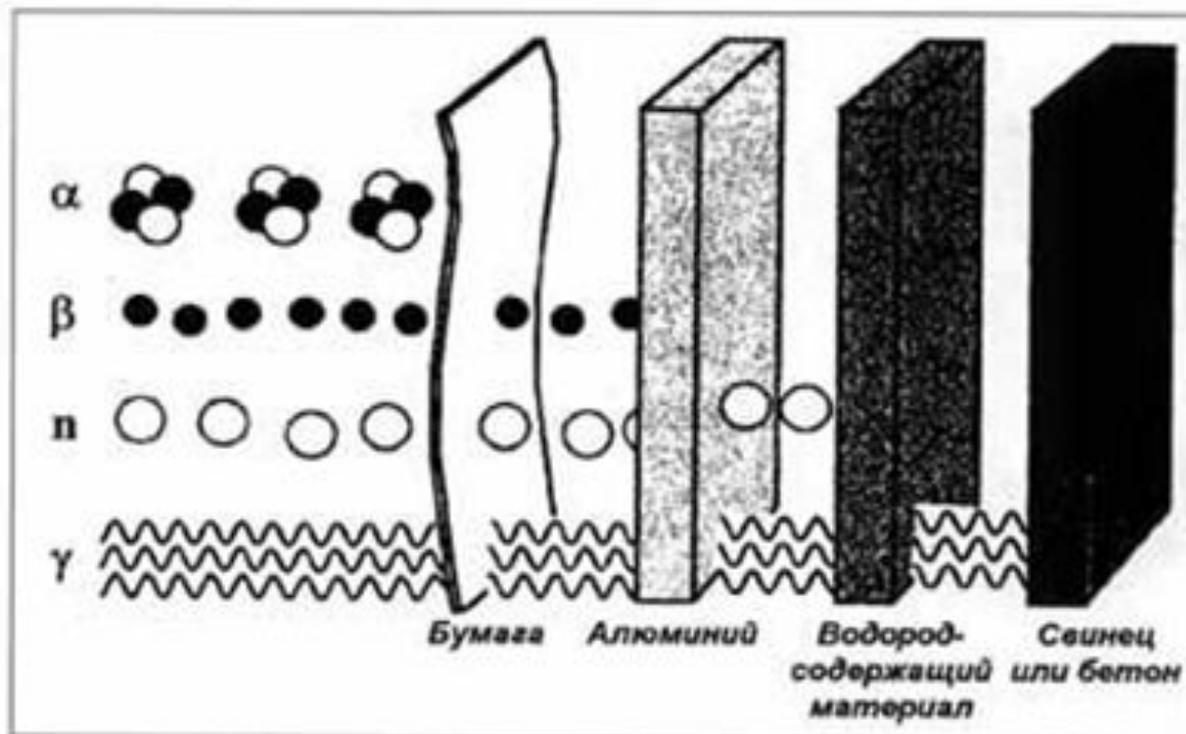
Стекло, тонкий слой алюминия или плексигласа задерживает бета-излучение (одежда поглощает 50% β -частиц, оконное или автомобильное стекло или металлический экран толщиной в несколько мм полностью поглощают эти частицы)



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



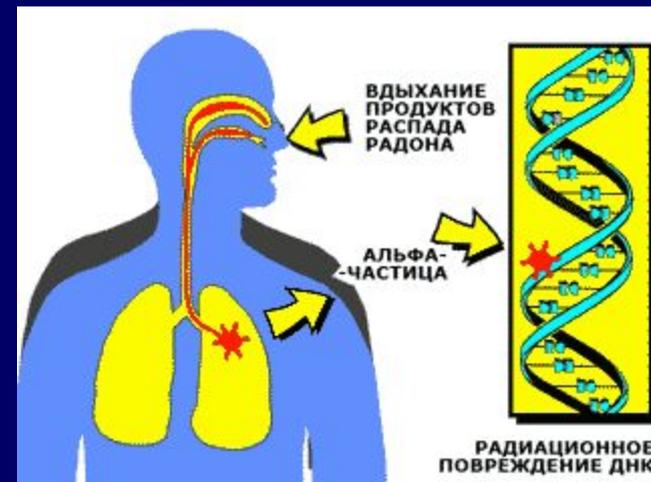
Проникающая способность ионизирующих излучений

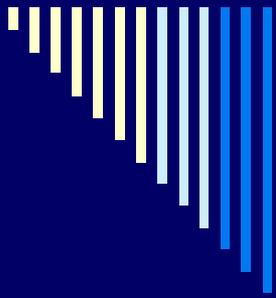


На рисунке: проникающая способность излучений

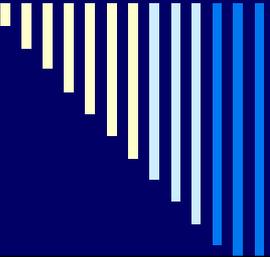
Внутреннее облучение. Опасность α -частиц

- 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

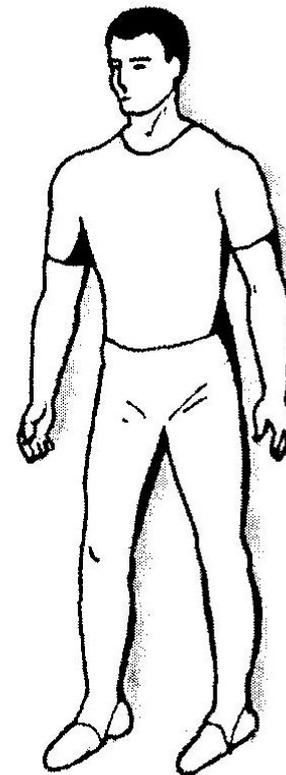


Рис. 10. Виды радиационного воздействия на людей и животных

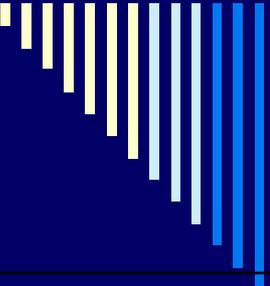
Очередность облучения:



- 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: ЛД₅₀ для человека 3,5ГР

собака – 3,0Гр

крыса - 9Гр

таракан -100Гр

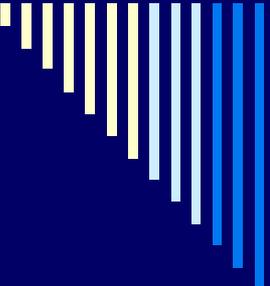


Тканевая -1.красный костный мозг

2.щитовидная железа

3.половые железы.

4.другие ткани и организм в целом

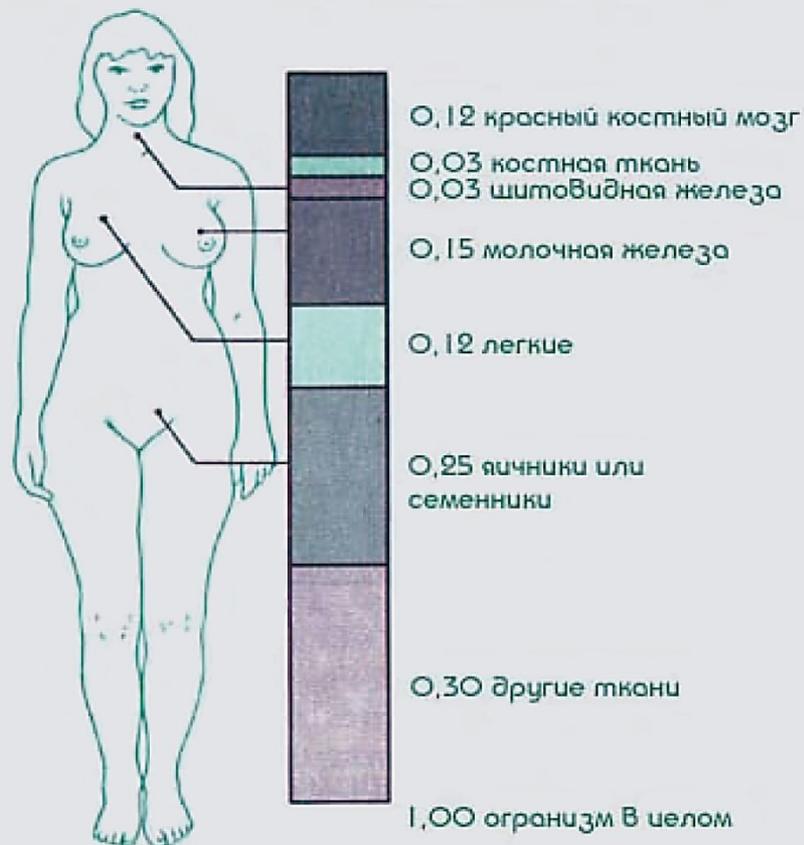


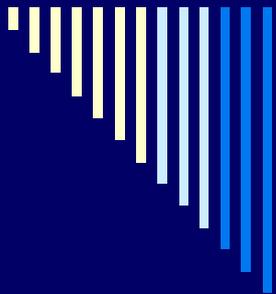
Факторы, определяющие тяжесть поражения

- 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

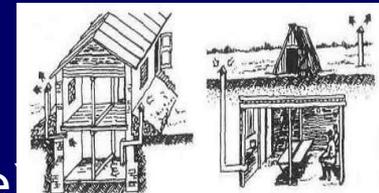
Основные 3 круга задач РБ

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

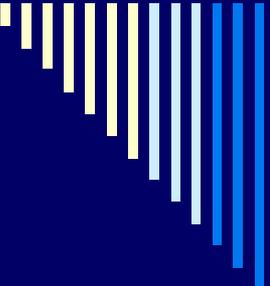
Собственно защита (средства и методы защиты)



Меры защиты населения, оказавшегося в зоне радиационного загрязнения

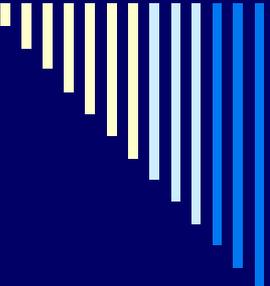


- **1. Оповещение** (информация об обстановке,
- **2. Укрытие** – герметизация жилых и служебных помещений на время выброса и формирования следа загрязнения)
- **3. Профилактическое йодирование-1** раз в сутки прием препаратов йода: 2 таб.КJ или 5% настойку йода 44 капли на полстакана воды(детям до 5 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)