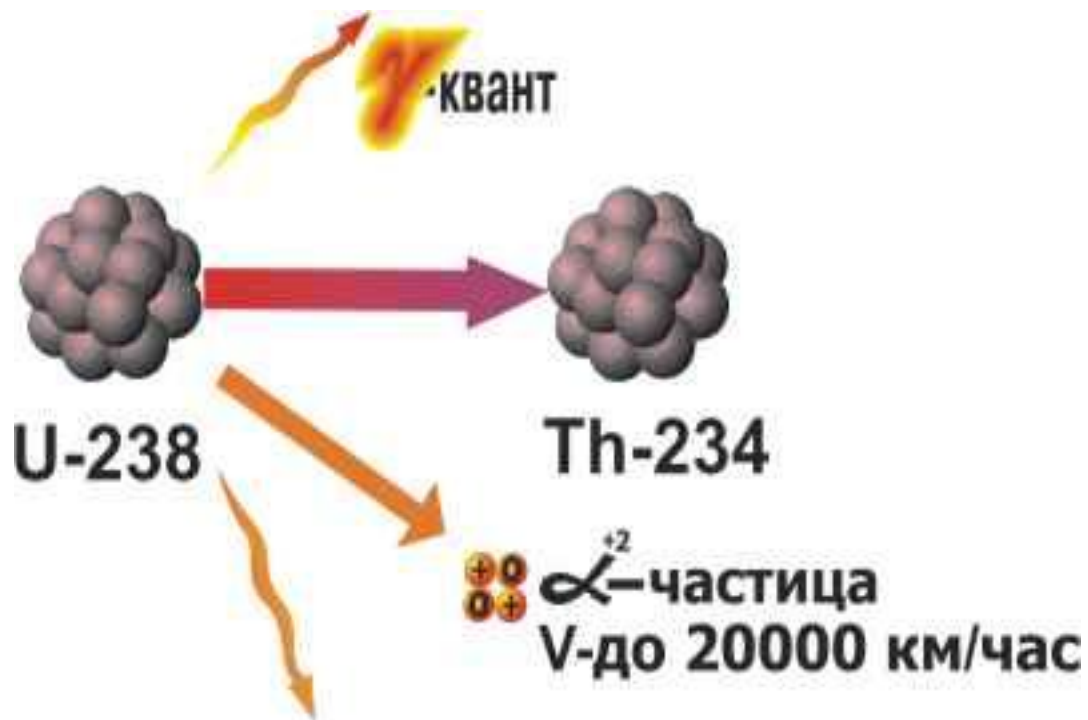


# ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ



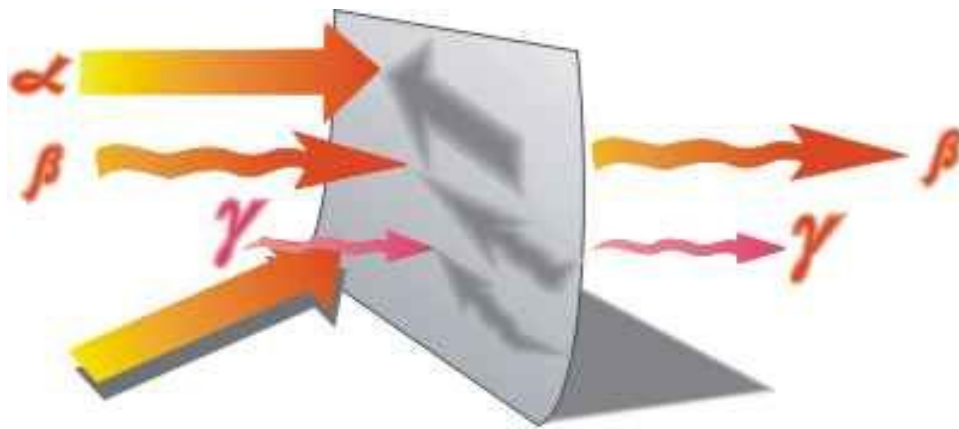
- **Ионизирующими** называют излучения которые при взаимодействии с веществом вызывают его ионизацию.
- Явление радиоактивности было открыто в 1896 г. французским ученым Анри Беккерелем. В настоящее время оно широко используется в науке, технике, медицине, промышленности.



# Виды ионизирующих излучений

**Корпускулярное  
(поток частиц):**  
 $\alpha$ - и  $\beta$ -излучения,  
нейтронное излучение

**Волновое  
(электромагнитное):**  
 $\gamma$ -излучение,  
рентгеновское излучение



- ***α-излучение*** – поток ядер атомов гелия, испускаемых веществом при радиоактивном распаде ядер.
  - Высокая ионизирующая способность и малая проникающая способность.
  - Пробег α-частиц в воздухе - 8 – 9 см, а в живой ткани – несколько десятков мкм.
- ***β-излучение*** – поток электронов или позитронов, возникающих при радиоактивном распаде ядер.
  - Проникающая способность β-частиц выше, а ионизирующая способность ниже.
  - Пробег β-частиц в воздухе - 18 м, в живой ткани - 2,5 см.
- ***Нейтронное излучение*** – поток ядерных частиц, не имеющих заряда, которые вылетают из ядер атомов при некоторых ядерных реакциях. При взаимодействии с ядрами атомов возникает вторичное излучение, состоящее как из заряженных частиц, так и из γ-квантов. Проникающая способность нейтронов зависит от их энергии, и она существенно выше, чем у α- и β-частиц.
- ***γ-излучение*** – ЭМ-излучение ( $10^{20}$ - $10^{22}$  Гц), испускаемое при ядерных превращениях или взаимодействии частиц. γ-излучение обладает большой проникающей способностью, может создавать вторичное излучение.
- ***Рентгеновское излучение*** – ЭМ-излучение ( $10^{17}$ - $10^{20}$  Гц). Высокая проникающая способность.

# Характеристики ИИ



- **Период полураспада** – время, за которое распадается половина ядер радиоактивного (РА) вещества.
- **Активность  $A$**  – число самопроизвольных ядерных превращений  $dN$  за малый промежуток времени  $dt$ :  
$$A = dN/dt.$$
- Беккерель: 1 Бк = 1 превращение в секунду
- Несистемная единица - Кюри (1 Ки =  $3,7 \cdot 10^{10}$  Бк)
- **Доза излучения** – количество энергии ИИ, переданное излучением веществу и поглощенное им.

- **Экспозиционная доза  $X$**  служит для количественной характеристики рентгеновского и  $\gamma$ -излучения. Это отношение полного электрического заряда  $dQ$  ионов одного знака, возникающих в малом объёме воздуха, к массе воздуха  $dm$  в этом объёме:  **$X = dQ/dm$** .
- Кулон на килограмм (Кл/кг).
- Несистемная ед. - рентген:  $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$ .
- **Поглощенная доза излучения  $D$**  – количество энергии ИИ, поглощенное единицей массы облучаемого тела:  **$D = dE/dm$** .
- Грей:  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ .
- Несистемная единица - рад:  $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$ .

- **Эквивалентная доза  $H$**  служит для оценки радиационной опасности облучения от разных видов излучения  $R$ . Это произведение поглощенной дозы в органе (ткани)  $T$  на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного излучения  $W_R$ :
- $H_{T,R} = W_R \cdot D$ .
- Дж/кг = Зиверт (Зв). Несистемной единицей служит бэр (биологический эквивалент рада); 1 Зв = 100 бэр.
- $W_R$  для фотонов, электронов = 1, для  $\alpha$ -частиц = 20.
- **Эффективная доза  $E$**  – отражает суммарный эффект облучения для организма, т.к. органы тела обладают разной радиочувствительностью. Это сумма произведений эквивалентной дозы в органе (ткани) за время  $t$  на соответствующий взвешивающий коэффициент для органа (ткани)  $W_T$ :
- $E = \sum H_{t,T} W_T$ .
- $W_T$  для костного мозга, легких = 0,12, кожи – 0,01.
- Зиверт.

# Биологическое действие ионизирующих излучений

- связано с процессами ионизации атомов и молекул живой материи 
  - разрыв молекулярных связей, изменение химической структуры соединений, гибель клеток,
  - радиолиз воды (70 % массы тела) с образованием свободных радикалов и сильных окислителей.
- При этом нарушается нормальное течение биохимических процессов и обмен веществ в организме.





# Биологические реакции организма



Два вида воздействия на организм:  
внешнее облучение и внутреннее

## 1. острые поражения:

- острая лучевая болезнь (1 – 4,5 – 5,0 Зв),
- хроническая лучевая болезнь,
- лучевые ожоги.

## 2. отдаленные последствия:

- соматические эффекты (злокачественные опухоли, лейкемия, лучевая катаракта)
- генетические эффекты.

# Нормирование ИИ

- СанПиН 2.6.1.2523–09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ–99/2009)
- СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)
- Категории облучаемых лиц:
  - **персонал** – лица, работающие с техногенными источниками излучения (**группа А**) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (**группа Б**);
  - **население**, включая лиц из персонала, вне сферы их производственной деятельности.

# Нормативы



- основные пределы доз (ПД);
- допустимые уровни многофакторного воздействия, являющиеся производными от основных пределов доз:
  - пределы годового поступления (ПГП),
  - допустимые среднегодовые объемные активности (ДОВА),
  - среднегодовые удельные активности (ДУА) и др.;
- контрольные уровни (дозы, активности, плотности потоков и др.), учитывающие достигнутый в организации уровень радиационной безопасности.

# Основные пределы доз

Нормируемые величины	Пределы доз, мЗв/год	
	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20	1
Эквивалентная доза:	150	15
В хрусталике глаза	500	50
В коже	500	50
В кистях и стопах		
Основные ПД для персонала группы Б равны $\frac{1}{4}$ значений для персонала группы А		

# Защитные мероприятия

- увеличение расстояния между источниками и работающими (защита расстоянием);
- сокращение времени работы с источниками (защита временем);
- уменьшение мощности источника до минимальной величины (защита количеством);
- экранирование источника излучения (защита экранами):
  - $\alpha$ - слой воздуха, экран из стекла (несколько мм),
  - $\beta$ - экраны из алюминия и оргстекла,
  - рентгеновское,  $\gamma$ - свинец, сталь, вольфрам
  - нейтронное – парафин, вода, графит, бериллий;
- дозиметрический контроль;
- СИЗ: спецодежда, спецобувь, средства защиты органов дыхания, изолирующие костюмы