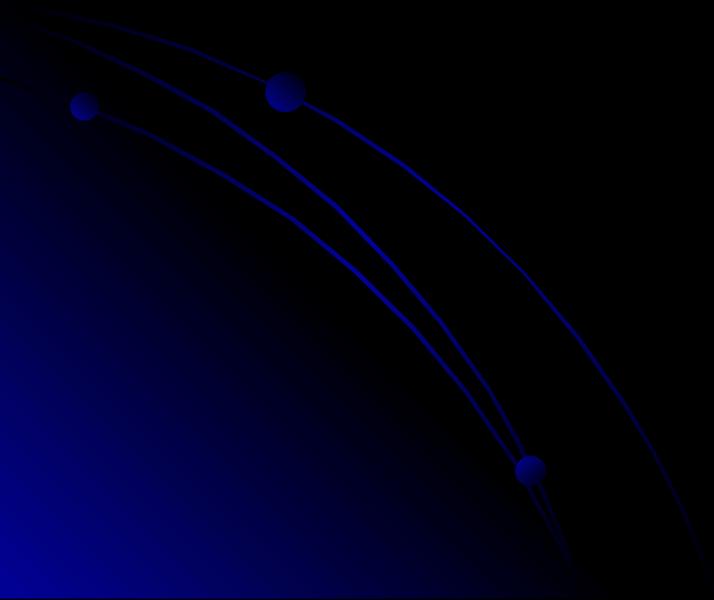


Ионизирующая радиация



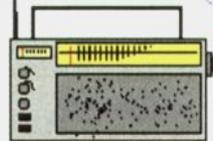
Различные источники радиации

Микроволновая печь



Радиоволны и микроволны

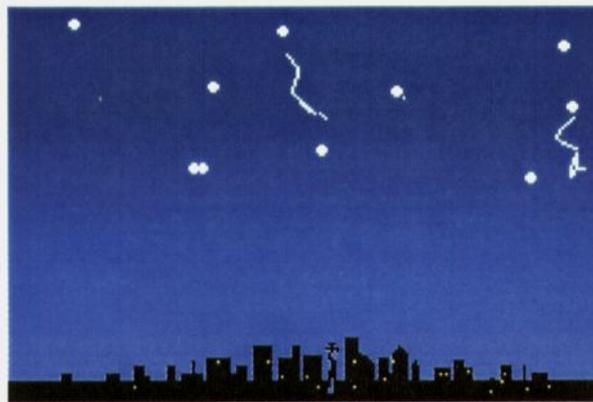
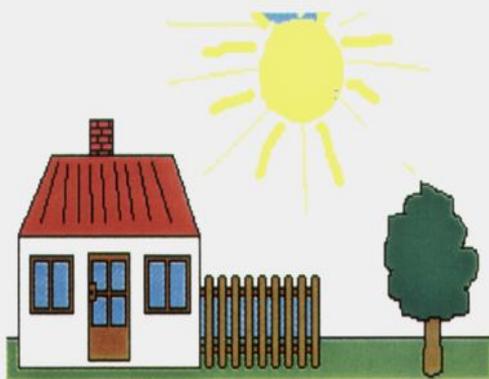
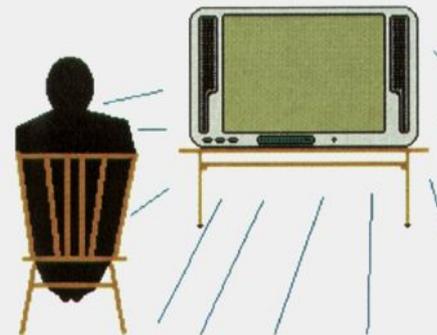
Радиотелефон



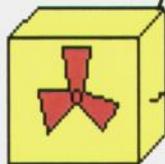
Видимый свет



Телевизор



Космическое излучение



радиоактивные источники.

Различные источники радиации



РАДИАЦИЯ существовала на Земле задолго до зарождения на ней жизни и присутствовала в космосе до возникновения самой Земли (**РЕЛИКТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ**).

Различные виды излучений:

Видимый свет, ультрафиолетовое, инфракрасное, рентгеновское, радиоактивное излучения, радиоволны, инфразвук и другие виды излучения.



- 1. АТОМ** – наименьшая часть химического элемента, носитель его свойств.
Размер 10^{-10} м... масса 10^{-27} кг
- 2. ЯДРО** атома состоит из нуклонов (протоны, нейтроны, элементарные частицы). Размеры 10^{-14} м... масса 10^{-27} кг
- 3. СТАБИЛЬНОСТЬ ЯДРА** определяют ядерные силы (сильное взаимодействие)
- 4. ЯДРО НЕСТАБИЛЬНО** если существует избыток или недостаток нейтронов
- 5. ЧИСЛО ПРОТОНОВ** в ядре определяет, с каким химическим элементом мы имеем дело. Ядра атомов одного и того же элемента всегда содержат одно и то же число протонов, но число нейтронов в них может быть различным.



РАДИОАКТИВНОСТЬ ЯВЛЯЕТСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ НЕУСТОЙЧИВОСТИ АТОМНОГО ЯДРА

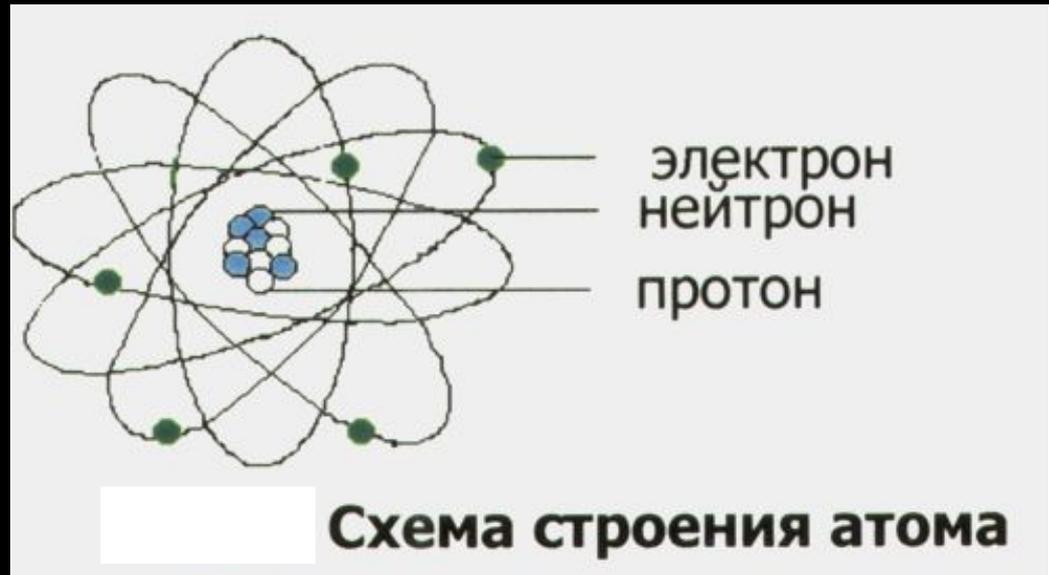


X – химический элемент

Z – число протонов в ядре

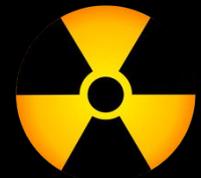
A-Z – число нейтронов в ядре

A – массовое число





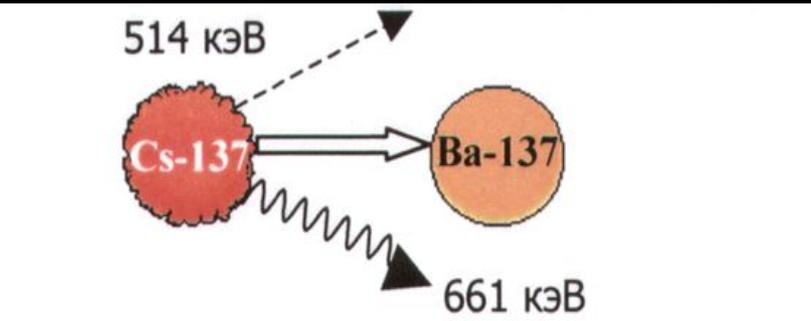
РАДИОНУКЛИД



РАДИОНУКЛИД – нестабильное ядро атома

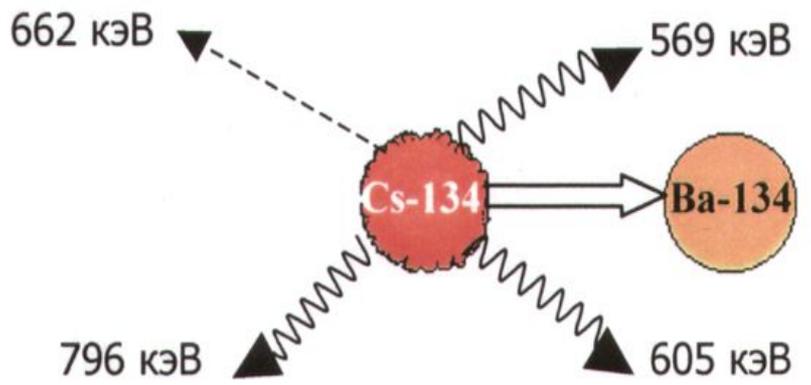
ЯДРА с одинаковым количеством протонов, но отличающиеся по числу нейтронов, относятся к различным разновидностям одного и того же химического элемента.

Такие радионуклиды называют ИЗОТОПАМИ

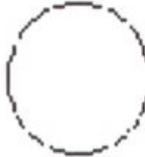


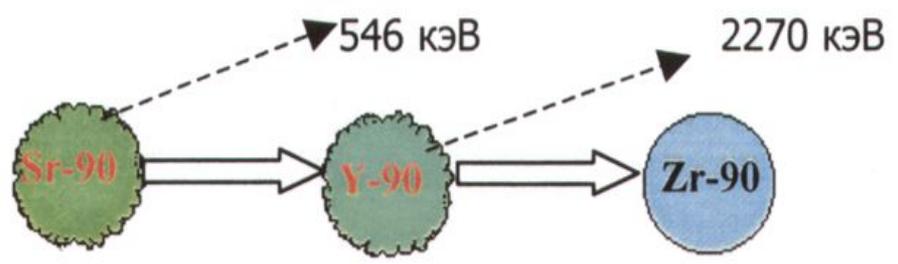
514 кэВ
-----> Бета-излучение с энергией 514 кэВ

661 кэВ
~~~~~> Гамма-излучение с энергией 661кэВ



 Радионуклид

 Стабильное ядро



**Схема радиоактивного распада некоторых радионуклидов Чернобыльского выброса**



# ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОАКТИВНОГО ИСТОЧНИКА



Активность – физическая величина,  
характеризующая число распадов радионуклида  
в единицу времени.

**[ A ] = 1 распад / с = 1 Бк (Беккерель)**

**1 Кю (Кюри) = 3,7 \* 10<sup>10</sup> Бк**

**[ A<sub>m</sub> ] = Бк / кг; [ A<sub>s</sub> ] = Бк / м<sup>2</sup>; [ A<sub>v</sub> ] = Бк / м<sup>3</sup>**

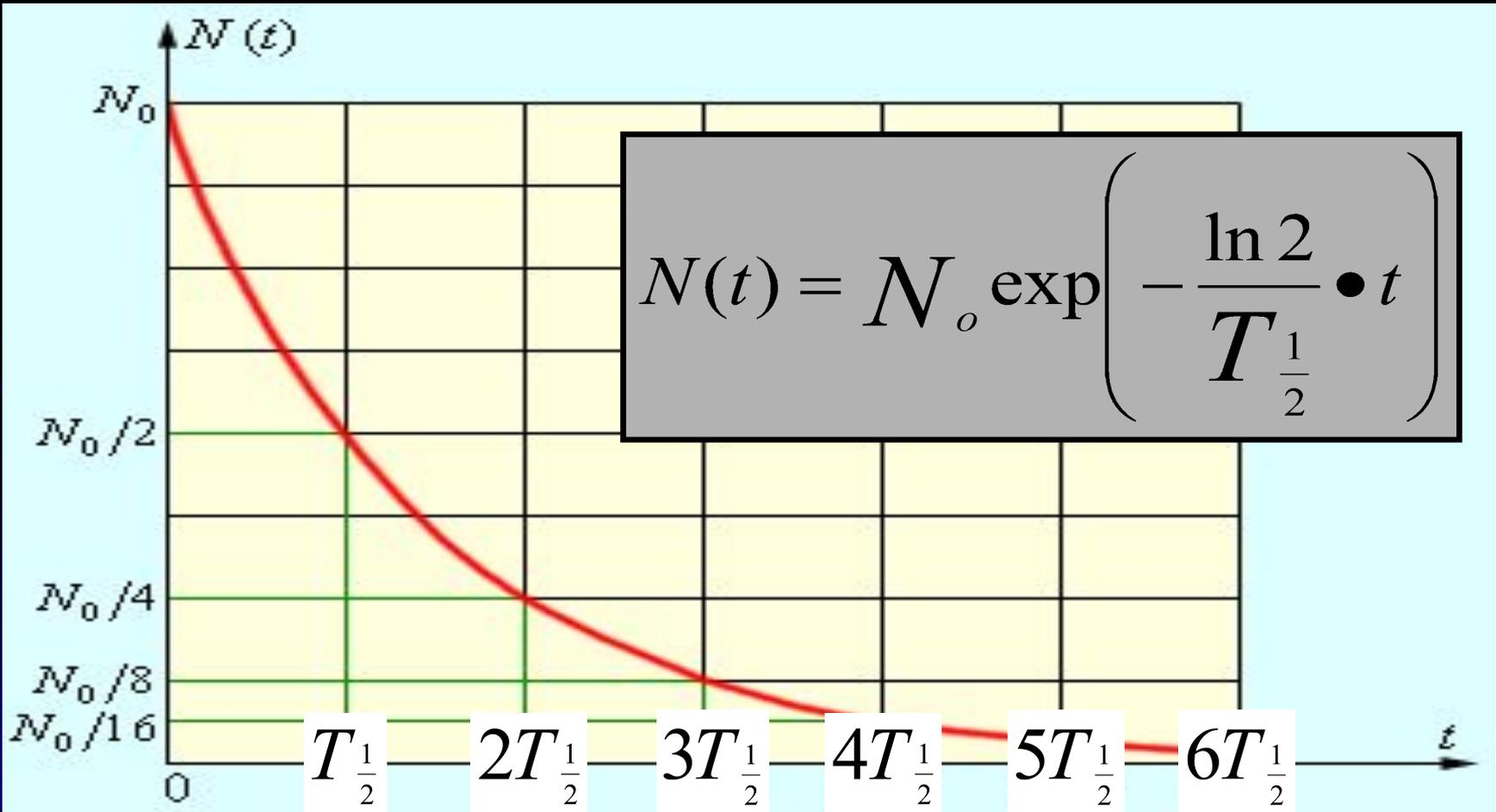


# ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДИОАКТИВНОГО ИСТОЧНИКА



Закон радиоактивного распада

$T_{1/2}$  – период полураспада





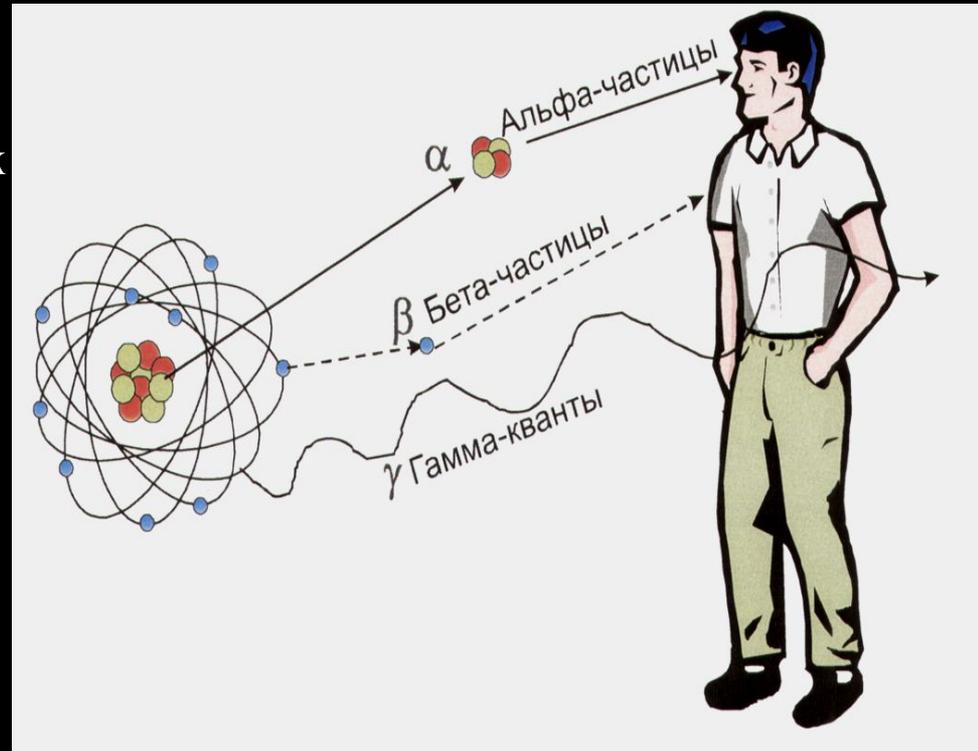
# ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ



## Ионизирующее излучение

**(ИИ)** - излучение, которое при попадании на вещество приводит к образованию в этом веществе ионов разных знаков и свободных радикалов.

**ИИ** делят на корпускулярное (электроны, позитроны, нейтроны, альфа-частицы) и фотонное (гамма-излучение, рентгеновское излучение, аннигиляционное излучение)

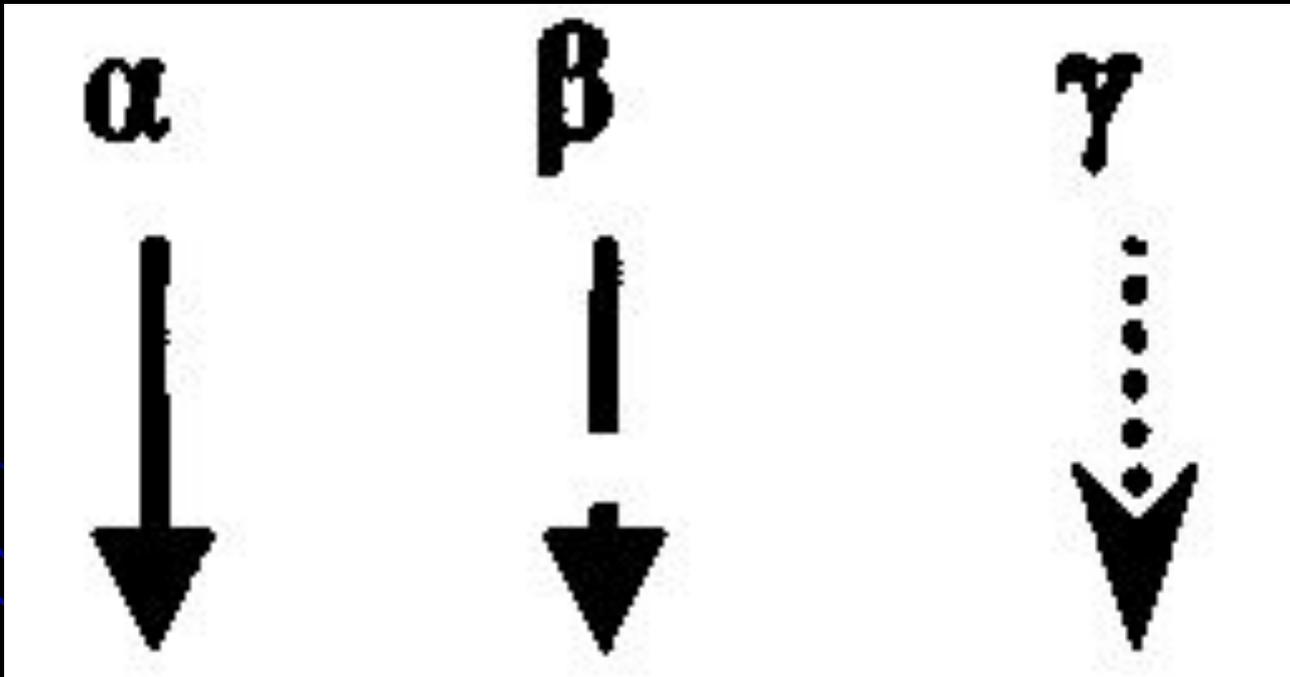




# ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ



ПОГЛОЩЕННАЯ (D) - энергия ионизирующего излучения,  
поглощенная единицей массы облучаемого вещества  
(тела) - Дж/кг



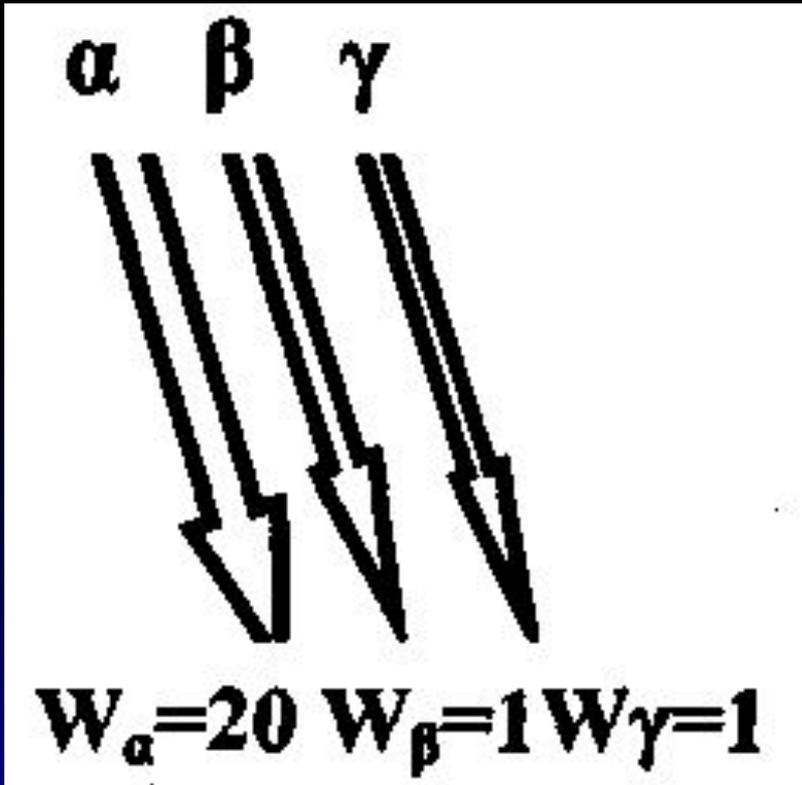
СИ - Грей (Гр)    **1Гр=100рад**



# ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ



**ЭКВИВАЛЕНТНАЯ (H)** - поглощенная доза,  
умноженная на коэффициент отражающий  
способность данного вида излучения повреждать  
ткани организма



$$H = D W_R$$

**$W_R$**  - коэффициент качества  
(взвешивающий коэффициент  
по излучению)

$$(\beta = 1; \alpha = 20; n = 5-20)$$

**СИ** - зиверт (Зв)

$$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$$



# ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ



**ЭФФЕКТИВНАЯ ЭКВИВАЛЕНТНАЯ (E)** - эквивалентная доза, умноженная на коэффициент, учитывающий разную чувствительность биологических тканей и органов к облучению

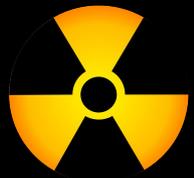
$$E = \sum_T H \cdot W_T$$

СИ-Зв  
**1 Зв=100** бэр

**$W_T$**  - коэффициент радиационного риска (взвешивающий коэффициент по тканям)



# Значение $W_T$ для тканей и органов



| <b>Орган (ткань)</b>                                                                                                      | <b><math>W_T</math></b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| <b>Гонады (половые органы)</b>                                                                                            | <b>0,20</b>             |
| <b>Костный мозг (красный), толстый кишечник (прямая, сигмовидная нисходящая область ободочной кишки), легкие, желудок</b> | <b>0,12</b>             |
| <b>Мочевой пузырь, грудная железа, печень, пищевод, щитовидная железа</b>                                                 | <b>0,05</b>             |
| <b>Кожа, клетки костных поверхностей</b>                                                                                  | <b>0,01</b>             |
| <b>Остальное</b>                                                                                                          | <b>0,05</b>             |



# ЕСТЕСТВЕННЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ ФОН (ЕРФ)



## - Космическое излучение

(протоны,  $\alpha$ -частицы, нейтрино, рентгеновское излучение)

## - Космогенные радионуклиды

(тритий, углерод,  $\beta$ -лучи)

## - Земная радиация

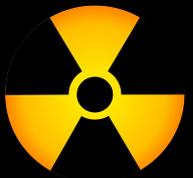
(радиоактивные семейства, калий, радон)



# Среднегодовые эффективные дозы, получаемые человеком (мЗв) ежегодно при облучении естественным радиационным фоном



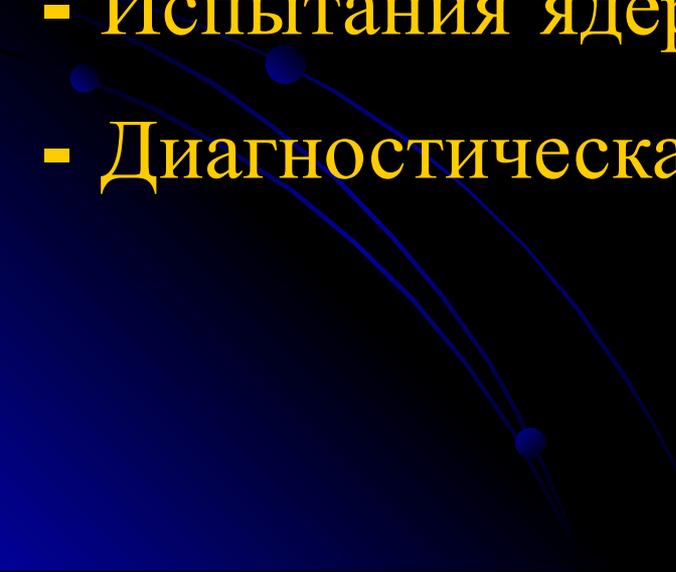
| Источник излучения              | Внешнее облучение | Внутреннее облучение | Полная доза     |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|
| Космическое излучение           | <b>0,355</b> мЗв  | <b>0,015</b> мЗв     | <b>0,37</b> мЗв |
| <b>Радиоизотопы земной коры</b> |                   |                      |                 |
| Калий - <b>40</b>               | <b>0,15</b> мЗв   | <b>0,18</b> мЗв      | <b>0,33</b> мЗв |
| Ряд урана - <b>238</b>          | <b>0,1</b> мЗв    | <b>1,24</b> мЗв      | <b>1,34</b> мЗв |
| (радон - <b>222</b> )           |                   | <b>1,1</b> мЗв       |                 |
| Ряд тория - <b>232</b>          | <b>0,16</b> мЗв   | <b>0,18</b> мЗв      | <b>0,24</b> мЗв |

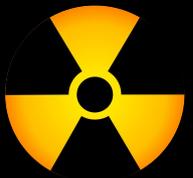


# АНТРОПОГЕННЫЙ РАДИАЦИОННЫЙ ФОН (АРФ)



- Добыча полезных ископаемых
- Тепловые и атомные электростанции
- Медицинские источники
- Испытания ядерного оружия
- Диагностическая аппаратура





# Эффективные дозы облучения от различных источников



| Вид облучения                                                                       | Доза               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Просмотр кинофильма по цветному телевизору на расстоянии от экрана около <b>2 м</b> | <b>0,01</b> мкЗв   |
| Ежедневный в течение года трехчасовой просмотр цветных телепрограмм                 | <b>5-7</b> мкЗв    |
| Облучение за счет радиоактивных АЭС в районе расположения станции                   | <b>0,2-1</b> мкЗв  |
| Облучение за счет дымовых выбросов с естественными радионуклидами ТЭС на угле       | <b>2-5</b> мкЗв    |
| Прием радоновой ванны                                                               | <b>0,01-1</b> мЗв  |
| Флюорография                                                                        | <b>0,1-0,5</b> мЗв |
| Рентгенография зубов                                                                | <b>0,03-3</b> мЗв  |
| Рентгенодиагностика при раке легких                                                 | <b>0,05</b> Зв     |



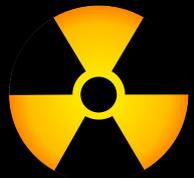
# ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ИИ



1. **Высокая эффективность поглощенной энергии**
2. **Наличие скрытого (инкубационного) периода действия ИИ**
3. **Кумулятивный эффект (действие малых доз суммируется или накапливается)**
4. **Генетический эффект**
5. **Последствия зависят от условий облучения**
6. **Различная радиочувствительность органов и индивидуумов.**



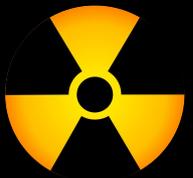
# КАК РАДИОНУКЛИДЫ ПОПАДАЮТ В ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА



ВНЕШНЕЕ ОБЛУЧЕНИЕ – годовая эффективная эквивалентная доза – **2,4** мЗВ.

ВНУТРЕННЕЕ ОБЛУЧЕНИЕ (инкорпорированные радионуклиды) зависит от радиоактивного загрязнения почвы, рациона питания, образа жизни.

В настоящее время основную опасность для жителей республики представляют радионуклиды, попадающие в организм человека с продуктами питания (пищевые цепочки)

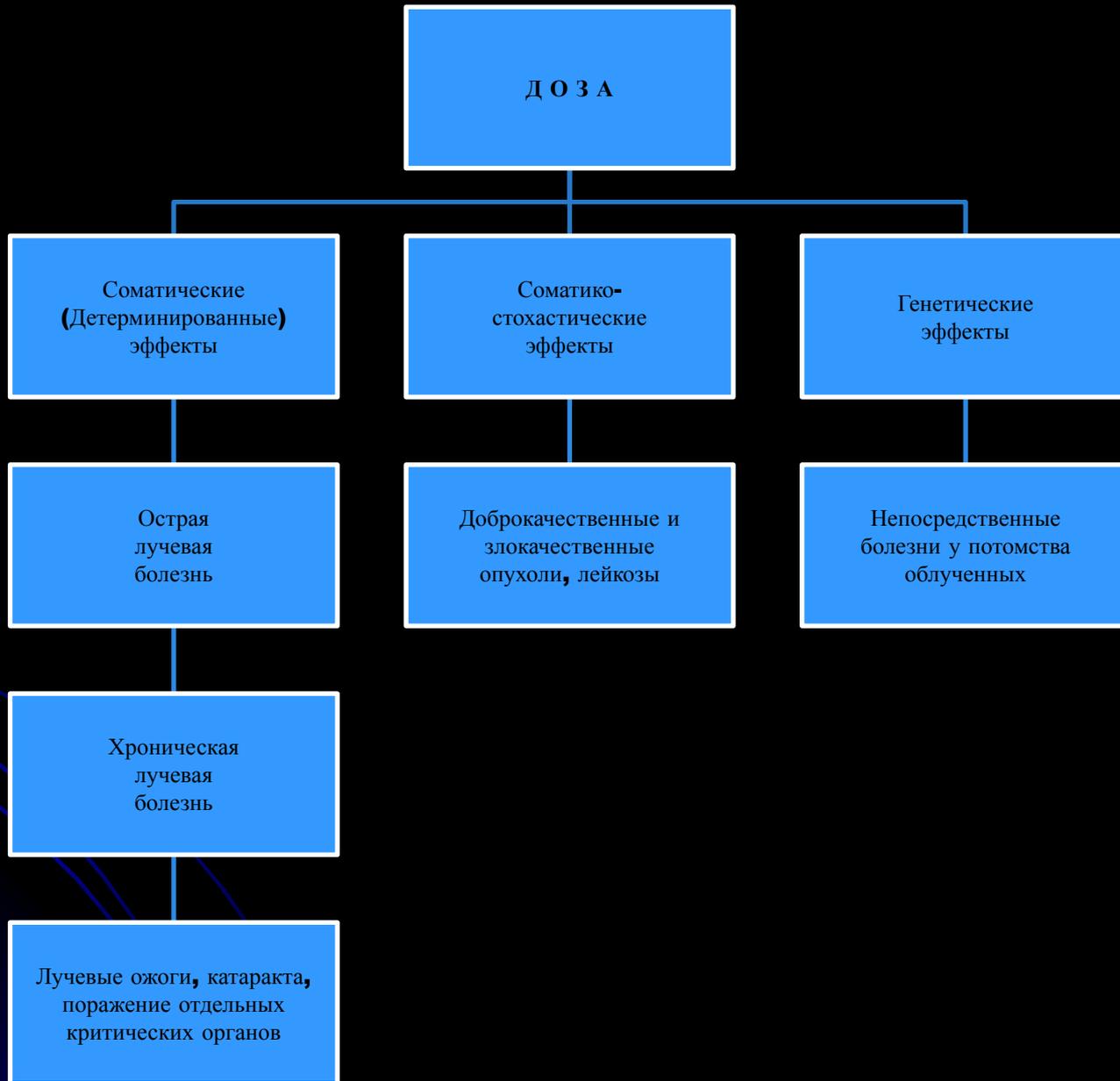


# Пищевые цепочки





# ПОСЛЕДСТВИЯ ОБЛУЧЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА





# ОСТРАЯ ЛУЧЕВАЯ БОЛЕЗНЬ (ОЛБ)



ОЛБ – комплекс проявлений поражающего действия ионизирующих облучений на человека

| <u>Стадия ОЛБ</u>          | <u>Дозы (Гр)</u> | <u>Последствия</u>                                                                                            |
|----------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1 (легкая)</b>          | <b>1-2</b>       | Скрытый период <b>2-3</b> недели. Заметные изменения состава крови                                            |
| <b>2 (средней тяжести)</b> | <b>2-4</b>       | Скрытый период – неделя. Летальность – <b>30%</b> . Выздоровление – <b>2-3</b> месяца                         |
| <b>3 (тяжелая)</b>         | <b>4-6</b>       | Скрытый период – несколько часов. Летальность – <b>30-90%</b> . Выздоровление при лечении <b>6-8</b> месяцев. |
| <b>4 (крайне тяжелая)</b>  | <b>6-10</b>      | Скрытого периода нет. Летальность <b>100%</b>                                                                 |



# ЗАЩИТА ОТ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ

|                                 |                                                                    |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <b>ВНЕШНЕЕ<br/>ОБЛУЧЕНИЕ</b>    | <b>Защита расстоянием</b>                                          |
|                                 | <b>Защита экранами</b>                                             |
|                                 | <b>Защита временем</b>                                             |
| <b>ВНУТРЕННЕЕ<br/>ОБЛУЧЕНИЕ</b> | <b>Защита временем</b>                                             |
|                                 | <b>Защита медикаментами</b>                                        |
|                                 | <b>Чистые продукты,<br/>оздоровительные<br/>процедуры, ЛЕЧЕНИЕ</b> |



# ХИМИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ЧЕЛОВЕКА ОТ ИИ

- *РАДИОПРОТЕКТОРЫ*
- *АДСОРБЕНТЫ*
- *АНТИОКСИДАНТЫ*
- *АДАПТОГЕНЫ*
- *УСКОРЕННОЕ ВЫВЕДЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ*
- *КОНКУРЕНТНЫЕ ЗАМЕЩЕНИЯ*
- *НАСЫЩЕНИЕ ОРГАНИЗМА МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ,  
ВИТАМИНАМИ*