



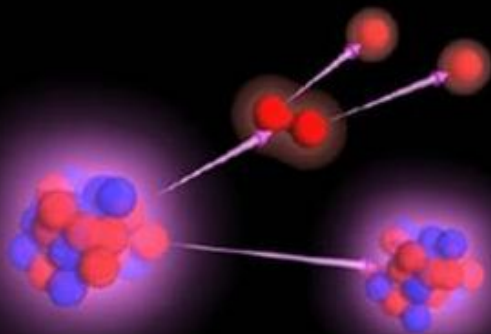
***ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КАК  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР.  
ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО  
ЧЕРНОЗЕМЬЯ, ПОСТРАДАВШИЕ В  
РЕЗУЛЬТАТЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ  
АВАРИИ.***

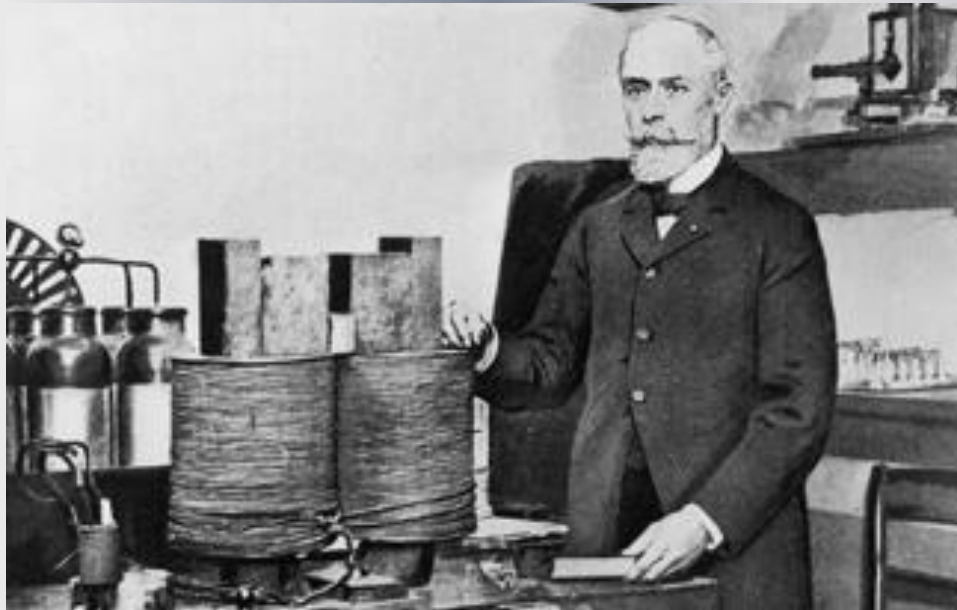
# Вопросы:

1. **Ионизирующее излучение, его виды. Период полураспада (физический, биологический, эффективный).**
2. **Единицы радиоактивности и дозы излучения.**
3. **Источники радиации и их классификация.**
4. **Чувствительность человека к ионизирующему излучению. Особенности накопления радиоактивных элементов в организме человека.**
5. **Механизм воздействия и этапы радиационного поражения клетки.**
6. **Особенности радиационной обстановки на загрязненных территориях ЦЧР после аварии на Чернобыльской АЭС.**



**Радиоактивные изотопы – элементы, атомы которых имеют одинаковое число протонов, но разное число нейтронов. Все изотопы химических элементов образуют группу радионуклидов.**





**Антуан Анри  
Беккерель**

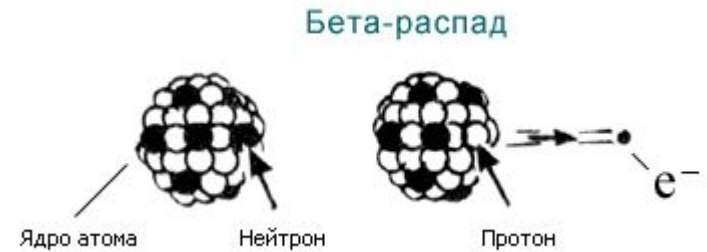


**Мария и Пьер Кюри  
в лаборатории**

**альфа-излучение**  
**является потоком**  
**положительно**  
**заряженных ядер гелия**

**бета-излучение – поток**  
**отрицательно заряженнь**  
**быстрых электронов**

**гамма-излучение –**  
**коротковолновое**  
**излучение**  
**электромагнитной**  
**природы.**





**ВРЕМЯ, ЗА КОТОРОЕ РАСПАДАЕТСЯ  
ПОЛОВИНА МАССЫ ДАННОГО НУКЛИДА,  
НАЗЫВАЕТСЯ ФИЗИЧЕСКИМ ПЕРИОДОМ  
ПОЛУРАСПАДА.**



через время  
 $T$   $\frac{1}{2}$



# Периоды полураспада основных радионуклидов, загрязняющих различные территории:

$\text{Cs}^{137}$  – 30 лет ( $\gamma$ -излучение);

$\text{Sr}^{90}$  – 29 лет ( $\gamma$ -излучение);

$\text{Zn}^{65}$  – 64 суток;

$\text{Rn}^{222}$  – 3,8 суток;

$\text{I}^{131}$  – 8 суток;

$\text{C}^{14}$  – 5730 лет

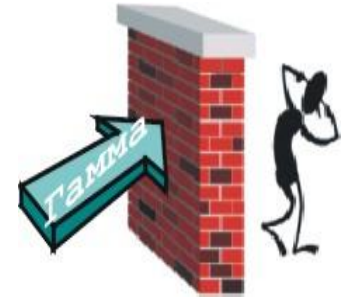
# Проникающая способность ионизирующего излучения



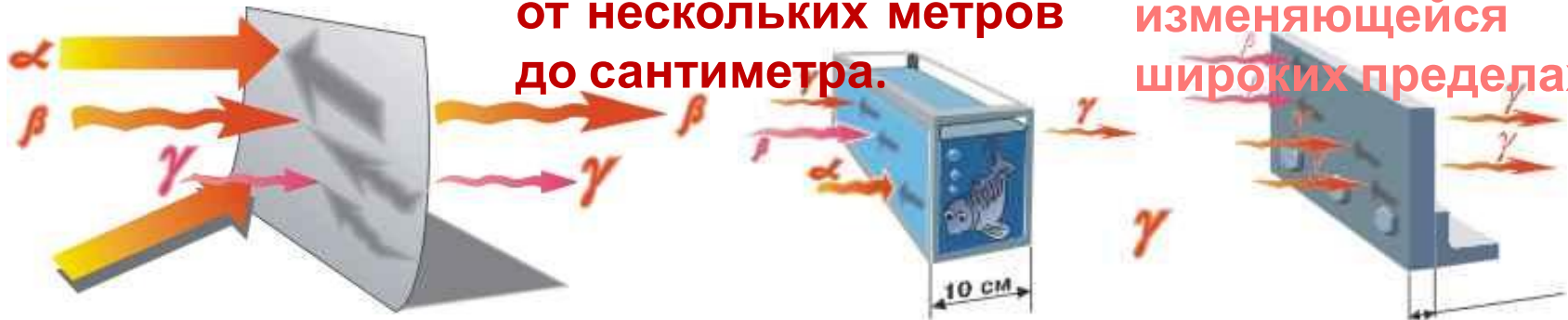
Альфа-излучение поглощается листом бумаги. Пробег альфа-частицы в воздухе 11см., в мягких тканях человека несколько микрон.



Бета-излучение поглощается верхней одеждой. Бета-частицы имеют разную энергию, поэтому пробег их в веществе не одинаков. В воздухе от нескольких метров до сантиметра.



Гамма-излучение ослабляется стенами домов, металлическими конструкциями. Гамма-излучение обладает большой проникающей способностью, изменяющейся в широких пределах.





Для измерения степени радиационной опасности используются следующие показатели:

*Экспозиционная доза* для оценки гамма- и рентгеновского облучения.

1 рентген – единица экспозиционной дозы и рентгеновского излучения.

*Поглощенная доза* – это количество энергии ионизирующего излучения, поглощенной единицей массы организма или какого-либо физического тела, зависит от вида облучения.

1 грей (Гр) – единица поглощенной дозы в системе СИ,  $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ .

1 рад – внесистемная единица поглощенной дозы,  $1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр}$ .

*Эквивалентная доза* учитывает неодинаковую радиационную опасность для организма разных видов ионизирующего излучения. Эквивалентная доза равна поглощенной дозе, умноженной на коэффициент для каждого вида облучения.

1 зиверт (Зв) – единица эквивалентной дозы в системе СИ. 1 Зв соответствует поглощенной дозе в 1 Дж/кг для рентгеновского, бета- и гамма-излучений.

1 бэр – биологический эквивалент рентгена,  $1 \text{ бэр} = 0,01 \text{ Зв}$ .

*Эффективная эквивалентная доза* отражает суммарный эффект облучения для организма. Определяют путем умножения эквивалентных доз на соответствующие виду ионизирующего облучения коэффициенты и суммированная по всем органам и тканям. Измеряется в зивертах.

*Генетически значимая доза*  
представляет собой 40 % от  
коллективной эквивалентной дозы, так  
как принято считать, что 40 %  
популяции – это люди детородного  
возраста и генетические последствия  
облучения могут быть реализованы  
только через эту группу.

**Космическое излучение на высоте 10 000 - 12 000 м до 200-250 мкР/час**



**Космическое излучение на уровне Земли до 10 мкР/час**



**Естественный радиационный фон 5-20 мкР/час**

**Оценка количества радия и тория в некоторых строительных материалах (проведённая в ряде стран) даёт следующую картину (в Бк/кг):**

**дерево (Финляндия) - 1,1**

**песок и гравий (ФРГ) - 30**

**кирпич (ФРГ) - 126**

**гранит (Великобритания) - 170**

**золевая пыль (ФРГ) - 341**

**глинозём (Швеция) - 500-1400**

**кальций-силикатный шлак (США) - 2140**

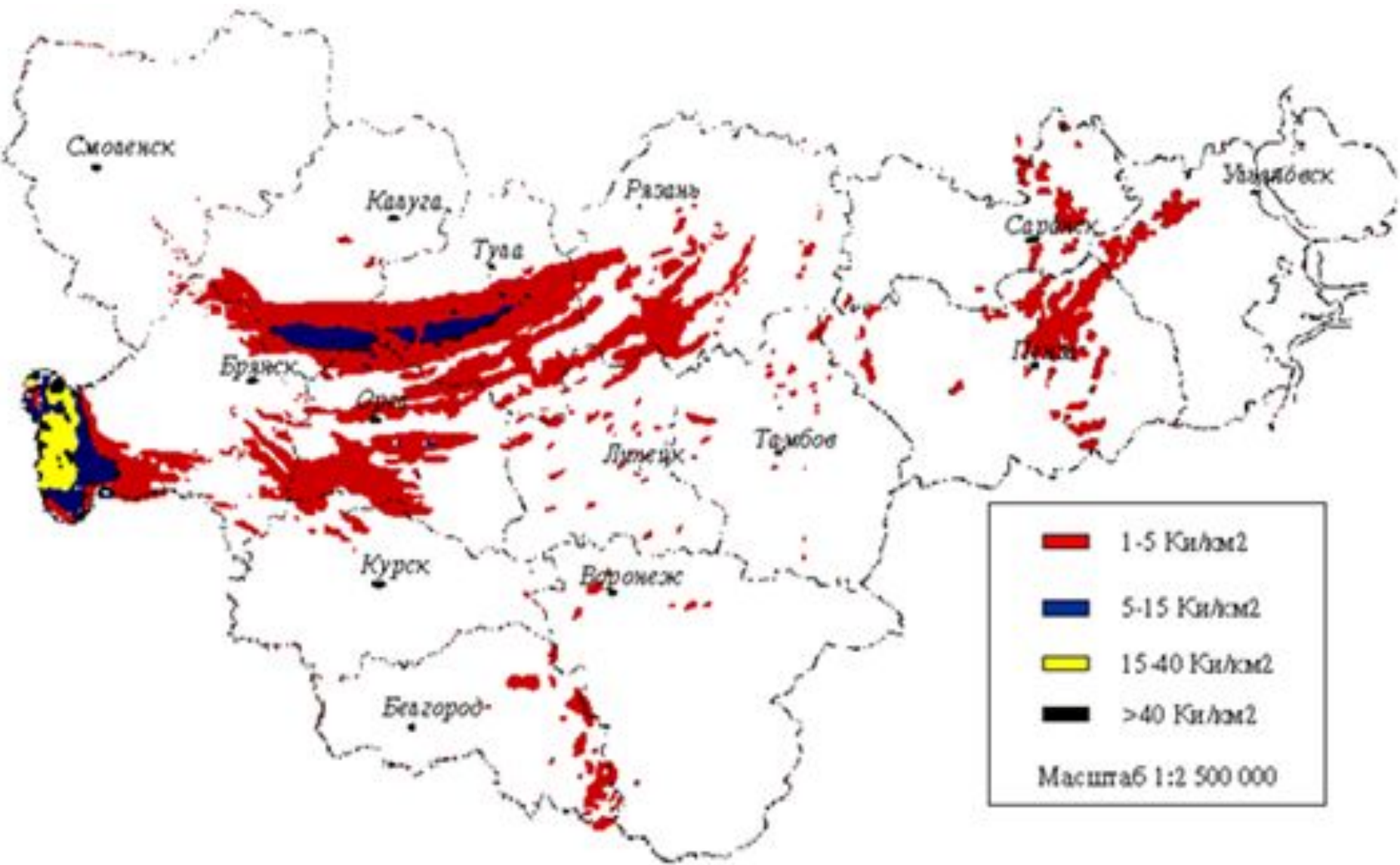
**отходы урановых обогатительных фабрик (США) - 4625**

**Рентгеноскопия желудка даёт локальную эквивалентную дозу в - 30 бэр (0,3 Зв)**

**Рентгенография зубов - 3 бэр (0,03 Зв)**

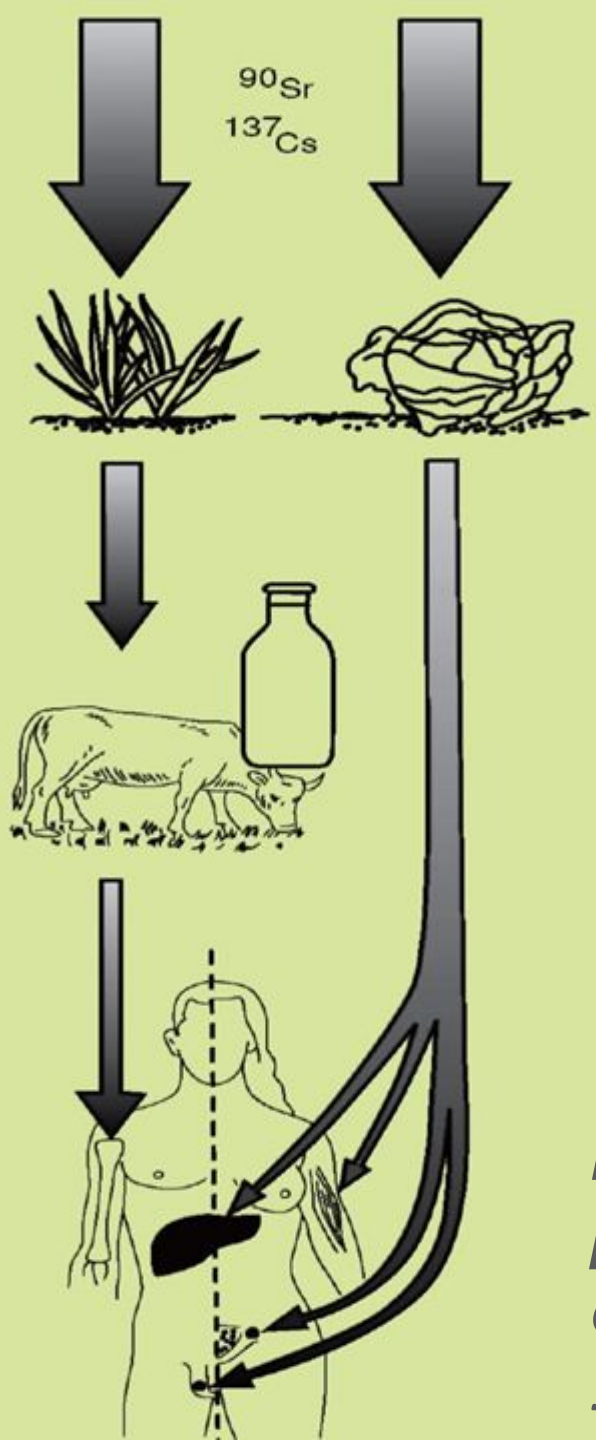
**Флюорография - 0,37 бэр (3,7 мЗв)**

**Просмотр телевизора (по 3 часа ежедневно) - 0,5 мбэр/год**

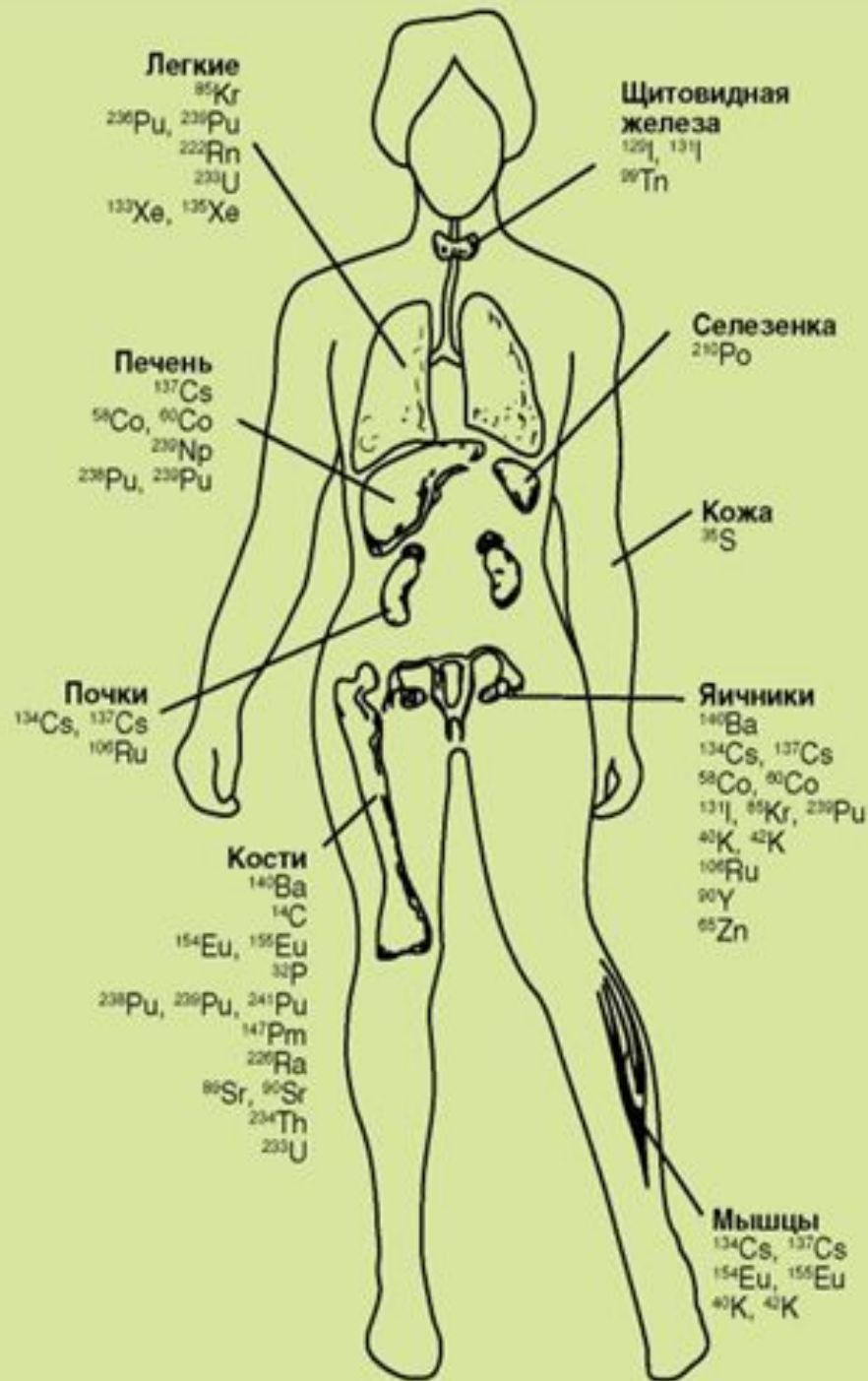


**Плотность загрязнения цезием -137  
на территории России**





**Модель переноса и накопления радиоактивных изотопов стронция-90 и цезия-137 (П. Фабр, 1976, с изменениями В.В. Маркина,**



**Накопление  
радиоактивных  
элементов в организме  
человека**

**ВРЕМЯ, ЗА КОТОРОЕ УДАЛЯЕТСЯ ИЗ  
ОРГАНИЗМА ПОЛОВИНА  
ПОПАВШЕГО НУКЛИДА,  
НАЗЫВАЕТСЯ *БИОЛОГИЧЕСКИМ*  
*ПЕРИОДОМ ПОЛУРАСПАДА.***

**ЭФФЕКТ ОТ СОЧЕТАНИЯ  
ФИЗИЧЕСКОГО И БИОЛОГИЧЕСКОГО  
ПЕРИОДОВ ПОЛУРАСПАДА  
НАЗЫВАЕТСЯ *ЭФФЕКТИВНЫМ*  
*ПЕРИОДОМ ПОЛУРАСПАДА.***

**Ионизирующее излучение является реальным мощным экологическим фактором, воздействующим на все живое, оно обладает общебиологическим действием:**

- ✓ является сильным мутагенным фактором;**
- ✓ подавляет процессы эмбриогенеза, механизмы, регулирующие процессы дифференцировки;**
- ✓ снижает регенераторную способность, иммунную защиту организма;**
- ✓ ускоряет процессы старения, укорачивает продолжительность жизни.**

**МЕРОЙ РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ  
ЯВЛЯЕТСЯ ДОЗА ОБЛУЧЕНИЯ,  
ВЫЗЫВАЮЩАЯ ГИБЕЛЬ 50 % КЛЕТОК ИЛИ  
ОРГАНИЗМОВ ЗА ОПРЕДЕЛЕННЫЙ  
ПРОМЕЖУТОК ВРЕМЕНИ –  $LD_{50/ВРЕМЯ}$**

# **Радиочувствительность зависит**

**от:**

- ✓ **объема и структуры генома;**
- ✓ **активности ферментов репарации;**
- ✓ **уровня антиоксидантов;**
- ✓ **количества предшественников радиотоксинов;**
- ✓ **способности организма (органа, клеток, ткани) накапливать радиоактивные вещества;**
- ✓ **уровня процессов пролиферации;**
- ✓ **времени суток;**
- ✓ **величины дозы излучения и характера его действия;**



# *РАДИАЦИОННОЕ ПОРАЖЕНИЕ КЛЕТКИ ПРОХОДИТ РЯД ЭТАПОВ:*

- ✓ ПЕРВИЧНЫЕ РАДИАЦИОННО-ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ;
- ✓ РАДИАЦИОННОЕ ПОРАЖЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ОПОСРЕДОВАННОЕ УСИЛЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО ЭФФЕКТА;
- ✓ ВТОРИЧНОЕ ПОРАЖЕНИЕ ГЕНОМА;
- ✓ ГИБЕЛЬ КЛЕТКИ.

# Действие радиации на организм человека

Форма облучения, доза	Немедленные реакции организма	Отдаленные последствия
<b><i>I. Острое облучение</i></b>		
<b>Очень большие дозы 1-10 кЗв</b>	<b>Смерть от поражения ЦНС</b>	<b>Сокращение сроков жизни, снижение иммунитета, роста, поражение ЦНС.</b>
<b>Большие дозы 4-6 Зв</b>	<b>Смерть Тяжелая лучевая болезнь (50% смерть)</b>	<b>Радиационный канцерогенез (лейкемия, рак легких, молочной железы). Бесплодие.</b>
<b>Средние дозы 2-4 Зв</b>	<b>Лучевая болезнь средней тяжести</b>	<b>Наследственные пороки развития, эмбриональная гибель, наследственные болезни</b>
<b>Небольшие дозы 1 Зв</b>	<b>Легкое недомогание</b>	

# Действие радиации на организм человека

Форма облучения, доза	Немедленные реакции организма	Отдаленные последствия
<i>III. Хроническое облучение</i>		<b>Смерть от тяжелой лучевой болезни</b>
<b>Доза накапливается.</b>		<b>Лучевая болезнь.</b>
<b>Действие зависит от дозы и промежутков между облучениями</b>		

## Органы, подверженные облучению



**Чувствительность организма человека к ионизирующему излучению**

## Эффекты *малых доз ионизирующего излучения* :

- ✓ стимулируют рост, развитие, плодовитость, неспецифический иммунитет, общую сопротивляемость организма;
- ✓ их воздействие осуществляется через регуляторные механизмы генетических и мембранных структур;
- ✓ играют важную роль пусковых механизмов, при этом эффект мало зависит от количества поглощенной энергии и увеличивается при облучении дробными дозами (аккумуляция).

Сочетание ионизирующего излучения с другими

экологическими факторами приводит  
✓ аддитивность (суммирование  
различным реакциям комбинированного

действий: эффектов от каждого из факторов

независимо от последовательности  
действия);

✓ синергизм (результат совместного  
действия превосходит эффект,  
ожидаемый от суммированного  
воздействия);

✓ сенсбилизация (потенцирование,  
усиление эффектов факторами,  
которые сами по себе эффекта не



# Факторы, усиливающие радиационное поражение:

- ✓ повышение температуры окружающей среды;
- ✓ высокое содержание кислорода в тканях, усиливающее первичное поражение, но облегчающее пострadiационное восстановление;
- ✓ воздействие ультразвука, мутагенов, ядов, канцерогенных факторов.

# Отдаленные последствия воздействия ионизирующей радиации на организм:

- ✓ изменение продолжительности жизни;
- ✓ увеличение частоты возникновения злокачественных опухолей;
- ✓ рост числа генетических болезней

- ❖ Доза в 1 Зв является удваивающей дозой (т.е. число мутаций возрастает в 2 раза по сравнению с воздействием естественного радиоактивного фона);
- ❖ Мутирование начинается при дозе 0,1 Р/сут (0,001 Зв);
- ❖ Летальные мутации начинают обнаруживаться уже при дозах 0,2 – 1 мР/ч (0,002 – 0,01 мЗв).

## **Стратегия пострадиационного восстановления организма:**

**а) в период острого радиационного поражения, нарастания радиационно-физических и радиационно-химических процессов:**

- перехват и инактивация радикалов;
- создание условий, благоприятных для работы ферментов репарации ДНК (введение коферментов);
- создание условий, благоприятных для восстановления молекул ДНК (введение субстратов для синтеза);
- выведение радиотоксинов;
- создание гипотермии;

## **Стратегия пострадиационного восстановления организма:**

**б) в период вторичных нарушений биохимических процессов и опосредованного усиления радиационного эффекта, вторичного поражения генома и мембран:**

- перехват и создание условий для выведения радиотоксинов или условий, препятствующих их образованию;**
- ослабление активности протеаз и нуклеаз;**
- введение антиоксидантов или создание условий для их активации;**
- создание условий для ускорения синтеза и переноса липидов:**

## Стратегия пострадиационного восстановления организма:

*в) в период гибели радиочувствительных клеток популяций:*

- активация деления резервного пула (например, стимуляция кроветворения);
- активация процессов регенерации;
- введение сингенных (генетически сходных) клеток заменителей;



## **Стратегия пострадиационного восстановления организма:**

**г) в случае усиления радиационного поражения генома при сочетанном воздействии других физических и химических факторов:**

- удаление физических и химических факторов, усиливающих радиобиологический эффект;**
- использование физических и химических факторов, ослабляющих радиобиологический эффект**

**Благодарю за**

**ВН**

