



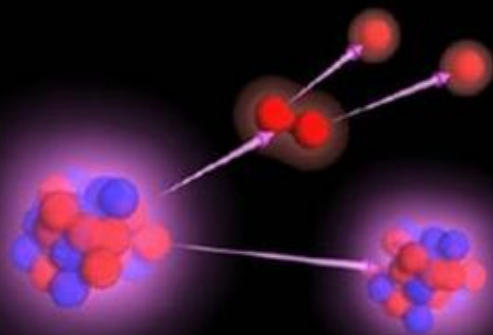
***ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КАК
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР.
ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО
ЧЕРНОЗЕМЬЯ, ПОСТРАДАВШИЕ В
РЕЗУЛЬТАТЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ
АВАРИИ.***

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**

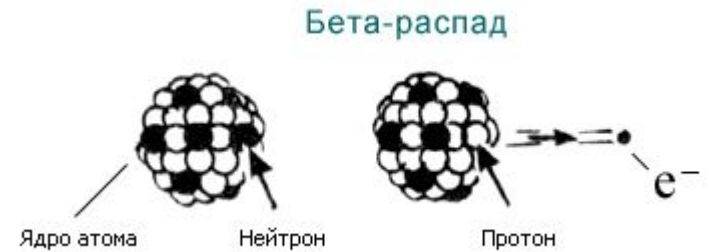


**Мария и Пьер Кюри
в лаборатории**

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:

Cs^{137} – 30 лет (γ -излучение);

Sr^{90} – 29 лет (γ -излучение);

Zn^{65} – 64 суток;

Rn^{222} – 3,8 суток;

I^{131} – 8 суток;

C^{14} – 5730 лет

Проникающая способность ионизирующего излучения



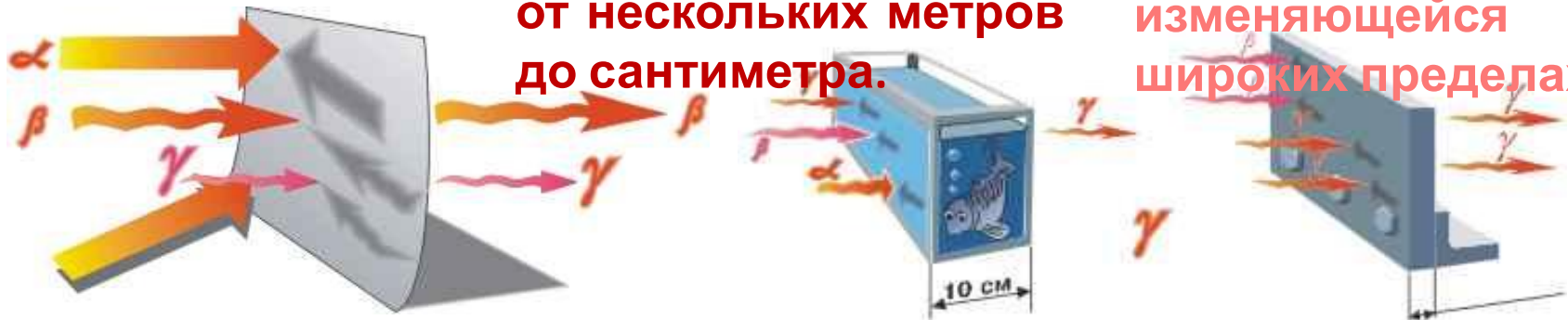
Альфа-излучение поглощается листом бумаги. Пробег альфа-частицы в воздухе 11см., в мягких тканях человека несколько микрон.



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

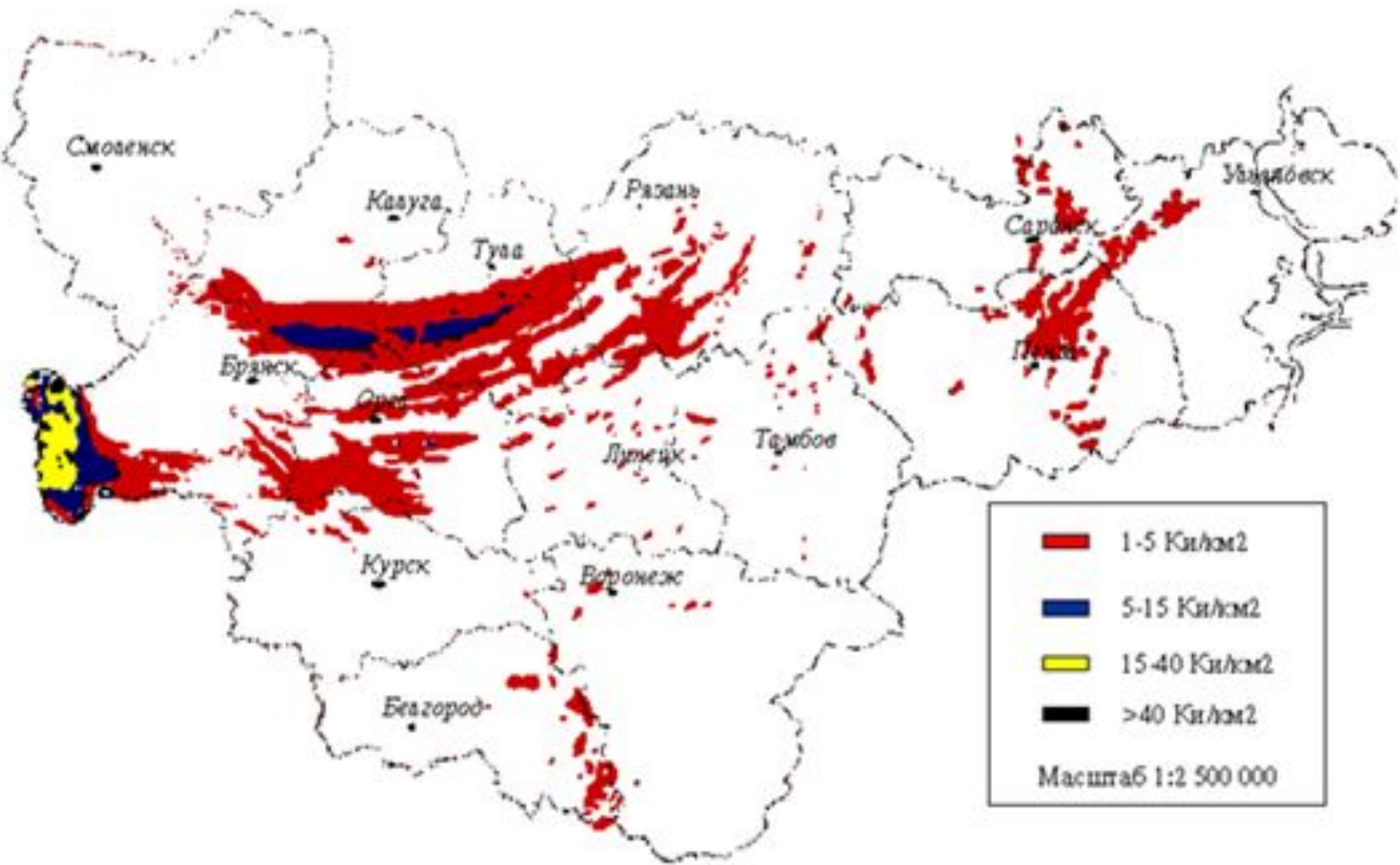
отходы урановых обогатительных фабрик (США) - 4625

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

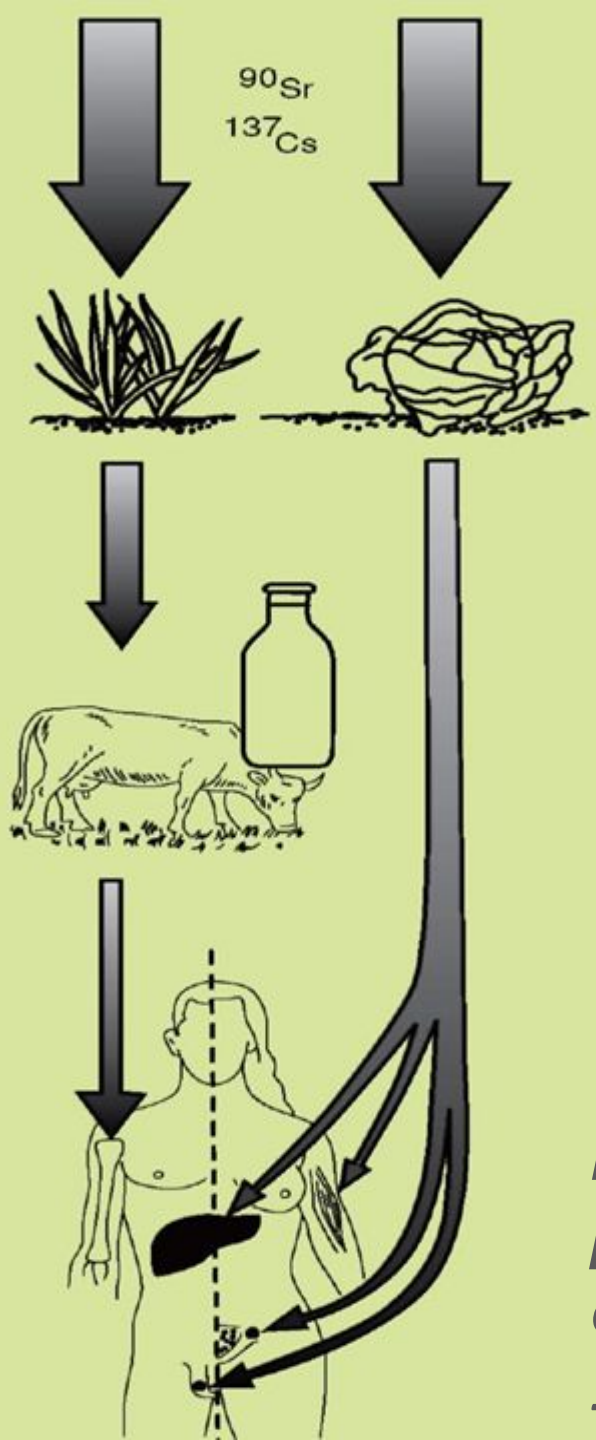
Рентгенография зубов - 3 бэр (0,03 Зв)

Флюорография - 0,37 бэр (3,7 мЗв)

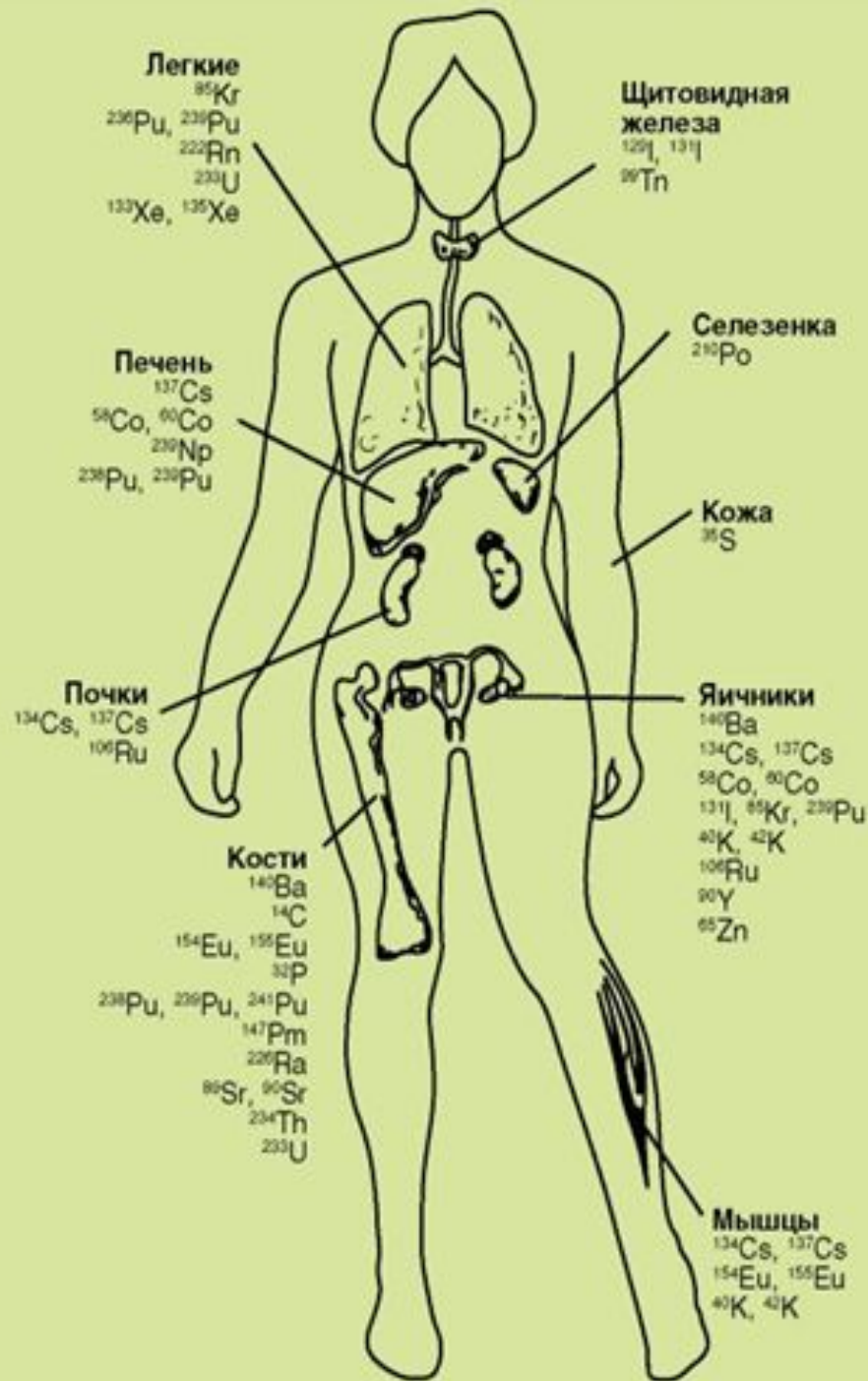
Просмотр телевизора (по 3 часа ежедневно) - 0,5 мбэр/год



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

Действие радиации на организм человека

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

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 пострадиационное 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

