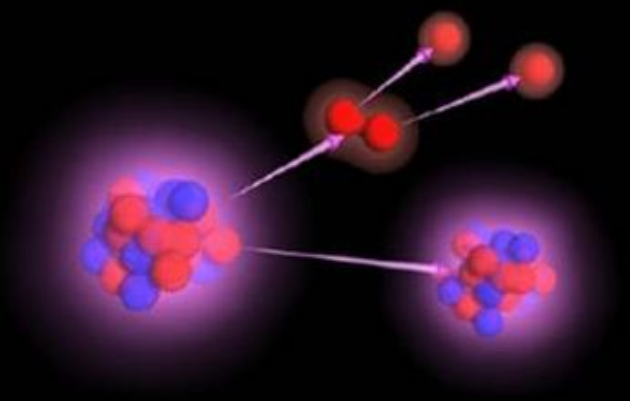
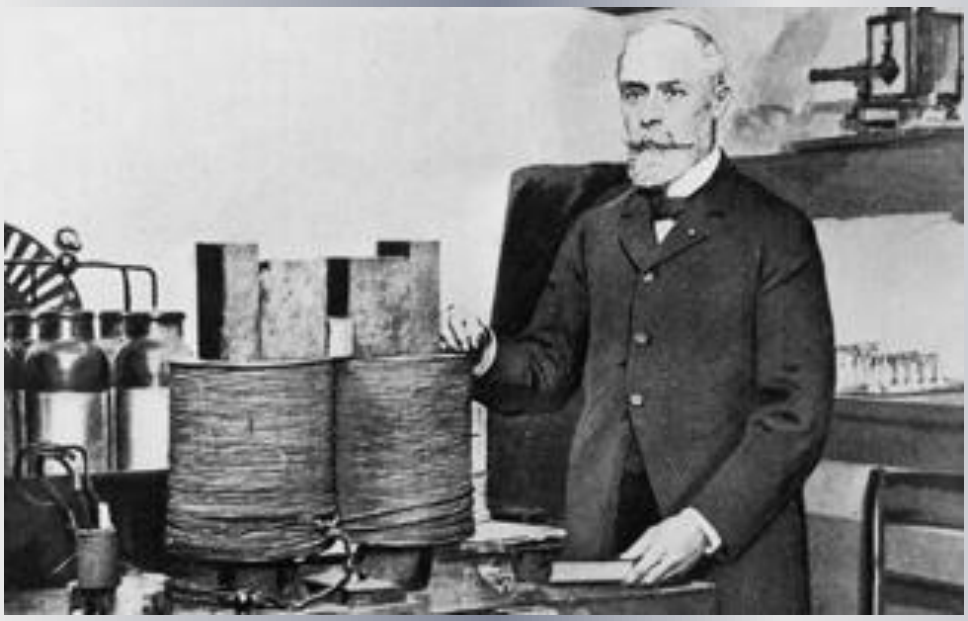
ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР. ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ, ПОСТРАДАВШИЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ.

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.



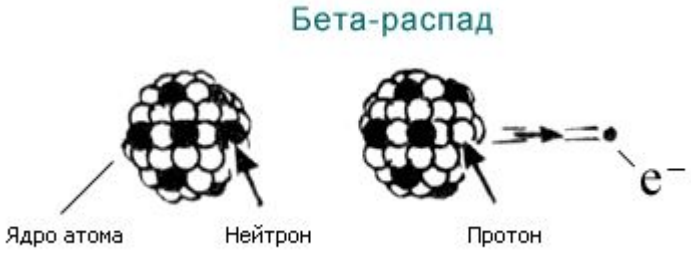


Антуан Анри Беккерель

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 $T_{1/2}$

Периоды полураспада основных радионуклидов, загрязняющих различные территории:

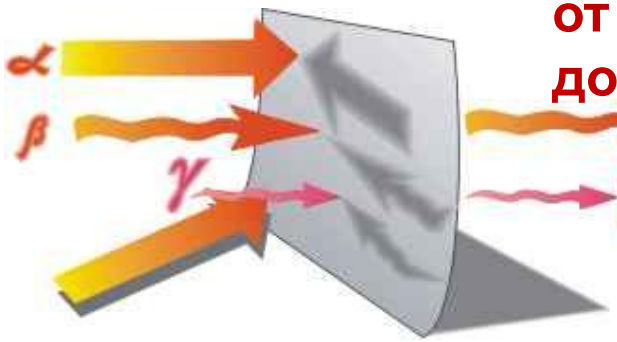
Cs^{137} – 30 лет (γ-излучение);
Sr^{190} – 29 лет (γ-излучение);
Zn^{95} – 64 суток;
Rn^{220} – 3,8 суток;
I^{131} – 8 суток;
C^{14} – 5730 лет

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 Гр = 1 Дж/кг.

1 рад – внесистемная единица поглощенной дозы, 1 рад = 0,01 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 бэр = 0,01 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

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):

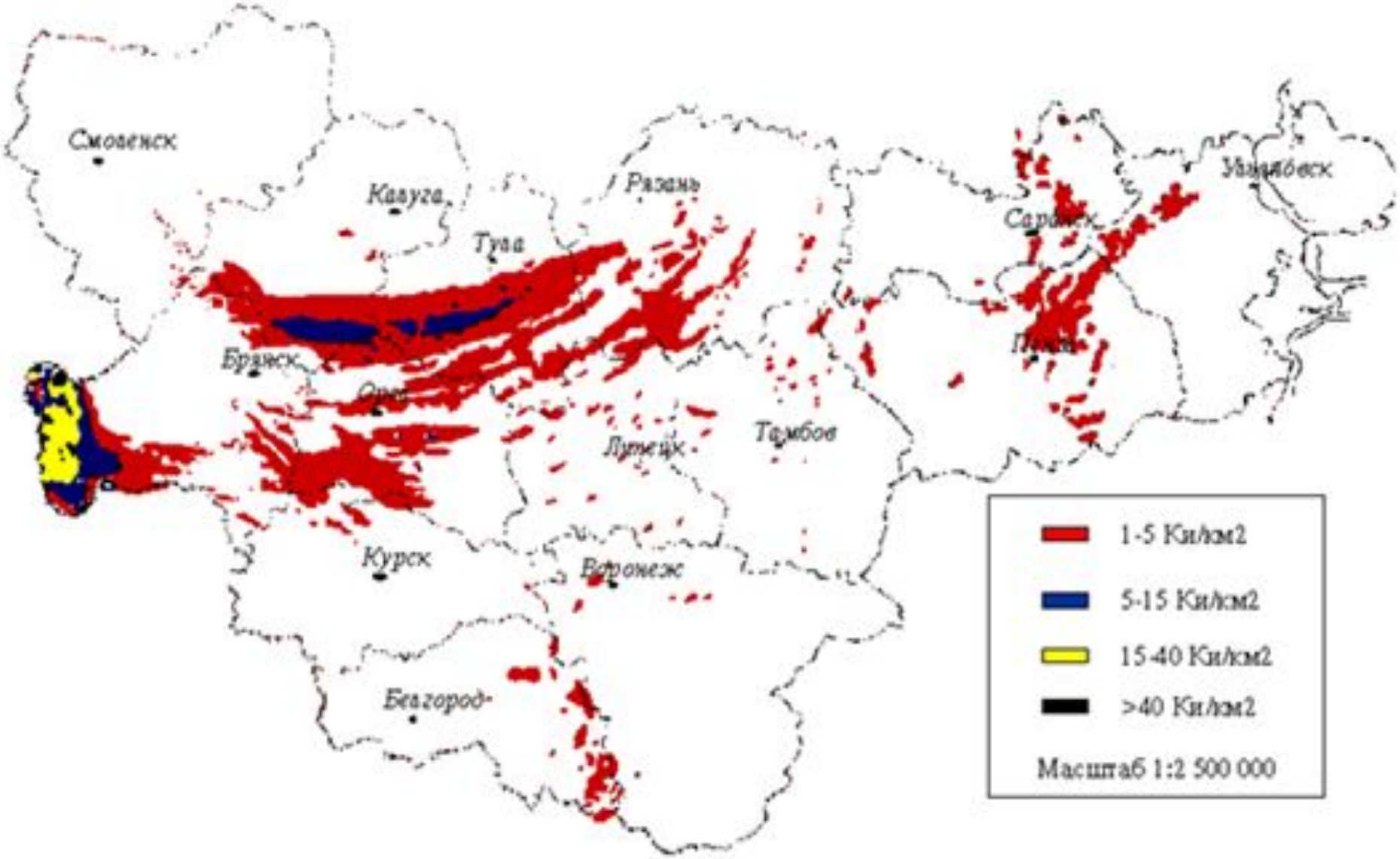
дерево (Финляндия) - 1,1
песок и гравий (ФРГ) - 30
кирпич (ФРГ) - 126
гранит (Великобритания) - 170
зольная пыль (ФРГ) - 341
глинозём (Швеция) - 500-1400
кальций-силикатный шлак (США) - 2140
отходы урановых обогатительных фабрик (США) - 4625

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

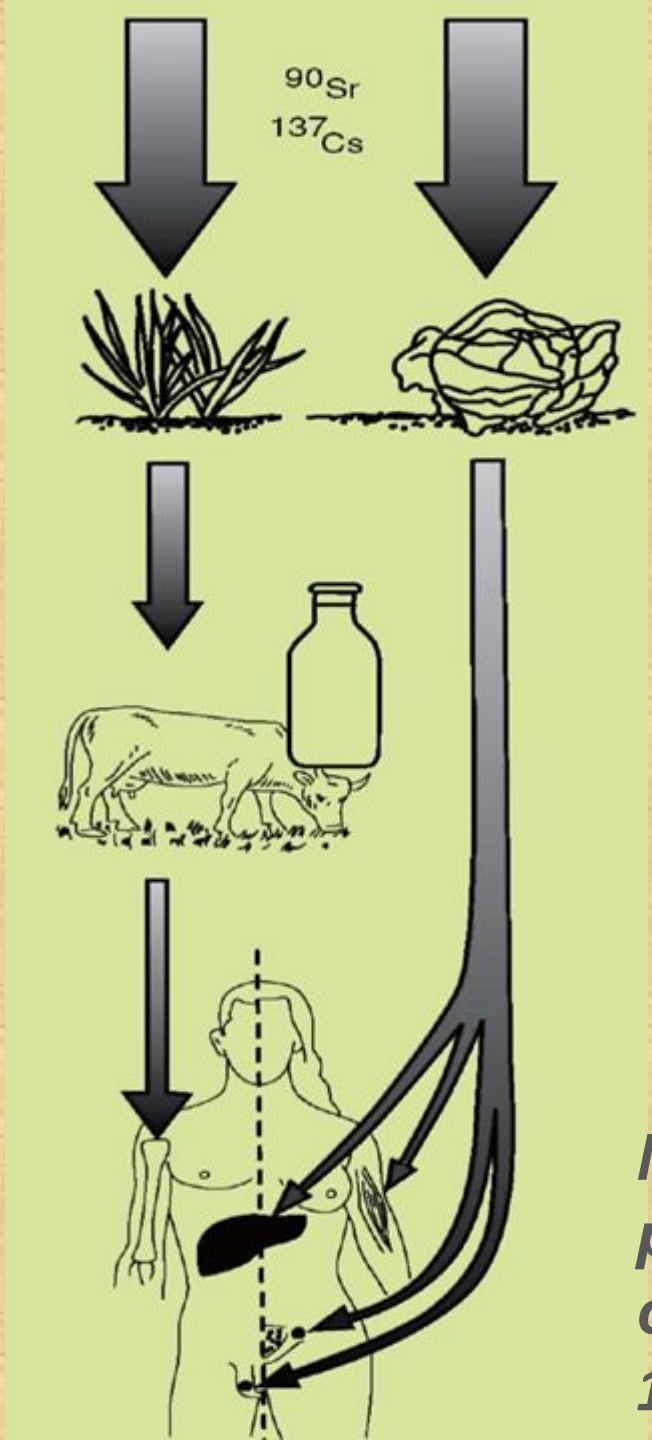
Рентгенография зубов - 3 бэр (0,03 Зв)

Флюорография - 0,37 бэр (3,7 мЗв)

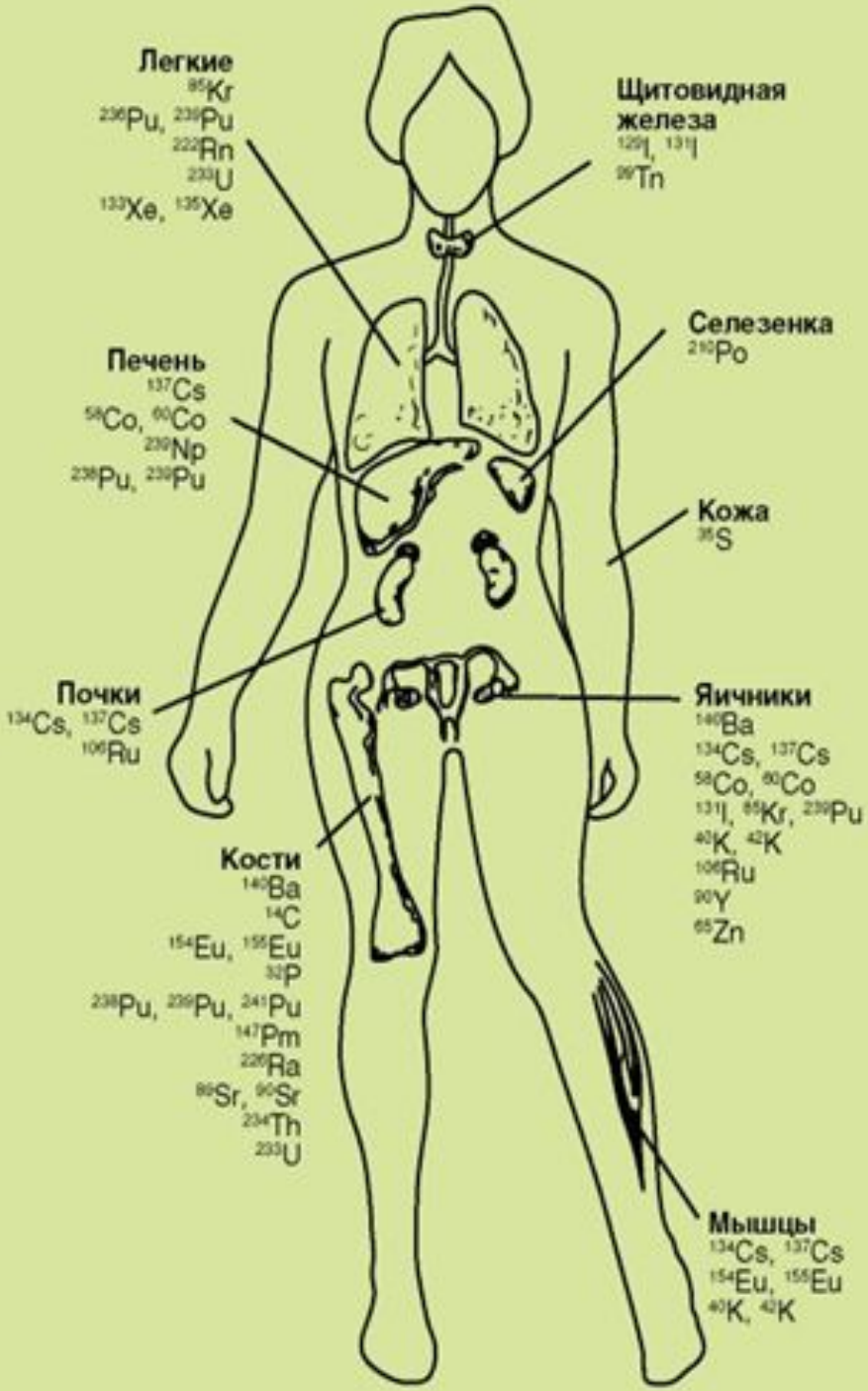
Просмотр телевизора (по 3 часа ежедневно) - 0,5 мбэр/год



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 – $ЛД_{50/ВРЕМЯ}$.

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

Действие радиации на организм человека

Форма облучения, доза	Немедленные реакции организма	Отдаленные последствия
II. Хроническое облучение		**Смерть от тяжелой лучевой болезни**
Доза накапливается. Действие зависит от дозы и промежутков между облучениями		**Лучевая болезнь.**

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 *различным реакциям комбинированого действия:*

- ✔ аддитивность (суммирование эффектов от каждого из факторов независимо от последовательности действия);
- ✔ синергизм (результат совместного действия превосходит эффект, ожидаемый от суммированного воздействия);
- ✔ сенсибилизация (потенцирование, усиление эффектов факторами, которые сами по себе эффекта не вызывают)

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 популяций клеток*:

- 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