

Биологическое действие радиоактивных излучений. Защита организмов от них.



Составить конспект

Выписать только самое основное

*Механизм биологического действия
радиоактивного излучения сложен
и до конца не изучен.*



Установлено, что ионизация приводит к разрыву молекулярных связей, изменению структуры химических соединений и к разрушению нуклеиновых кислот и белка. Под действием радиации поражаются клетки тканей, прежде всего их ядра. Нарушаются способность клеток к делению и обмену веществ .

ОСОБЕННОСТИ ДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ НА ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ

- ☐ Действие ионизирующих излучений на организм не ощутимо человеком. У людей отсутствует орган чувств, который воспринимал бы ионизирующие излучения.
- ☐ Действие от малых доз может суммироваться или накапливаться.
- ☐ Излучение действует не только на данный живой организм, но и на его потомство — это так называемый генетический эффект.
- ☐ Различные органы живого организма имеют свою чувствительность к облучению. При ежедневном воздействии дозы 0,002-0,005 Гр уже наступают изменения в крови.
- ☐ Не каждый организм в целом одинаково воспринимает облучение.
- ☐ Облучение зависит от частоты.
- ☐ Одноразовое облучение в большой дозе вызывает более глубокие последствия, чем фракционированное.

Пути проникновения радиации в организм

человека



- Радиоактивные изотопы проникают вместе с пищей или водой.
- Радиоактивные частицы из воздуха попадают в легкие.
- Изотопы, испуская - излучение, способны облучить организм снаружи.

Доза излучения.

Воздействие излучений на живые организмы характеризуется дозой излучения. Поглощенной дозой излучения называется отношение поглощенной энергии E ионизирующего излучения к массе облучаемого вещества:

$$D=E/m$$



Специальная защитная одежда типа СЗО-1, предназначенная для пожарных, охраняющих АЭС.



Внешний вид СЗО-1



Фрагменты СЗО-1 : подшлемник и
верхняя часть комбинезона

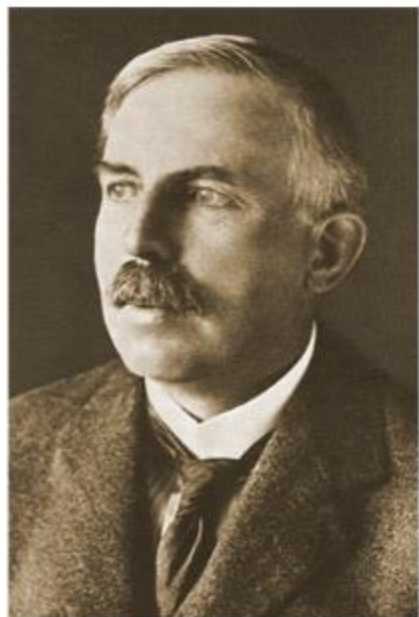
При общей поверхностной плотности композиционного материала 1 г/см^2 и содержания свинца $0,5 \text{ г/см}^2$ вес костюма составит около 20 кг.

Способы защиты от радиации

- Радиоактивные препараты ни в коем случае нельзя брать в руки – их берут специальными щипцами с длинными ручками.



Закон радиоактивного распада



Э.Резерфорд
1871–1937

- зависимость числа радиоактивных ядер от времени (установлен Резерфордом опытным путем)
- для каждого радиоактивного вещества существует промежуток времени, в течение которого исходное число радиоактивных ядер в среднем уменьшается в 2 раза – период полураспада - T



В атмосферу было выброшено 190 тонн радиоактивных веществ.

Другие опасные вещества продолжали покидать реактор в результате пожара, длившегося почти две недели. Люди в Чернобыле подверглись облучению в 90 раз большему, чем при падении бомбы на Хиросиму. В результате аварии произошло радиоактивное заражение в радиусе 30 км.

Загрязнена территория площадью 160 тысяч квадратных километров.

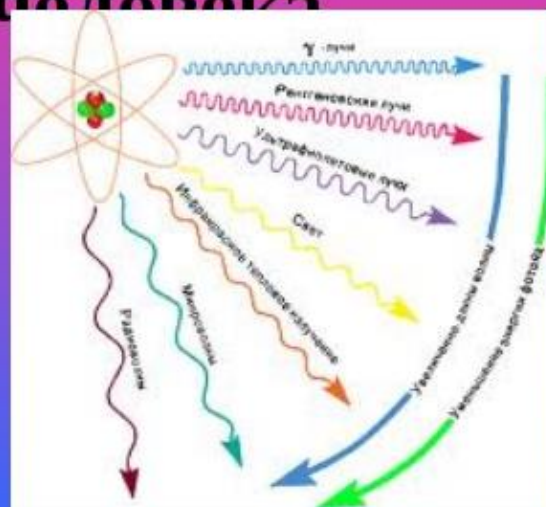
Пострадали северная часть Украины, Беларусь и запад России.

Радиационному загрязнению подверглись 19 российских регионов с территорией почти 60 тысяч квадратных километров и с населением 2,6 миллиона человек.

Радиоактивные волны

Самые короткие длины волн у радиоактивных излучений, они пронизывают почти все тела и способны разрушать молекулы, из которых состоят живые клетки. Радиоактивное

излучение опасно для человека



КАК ЗАЩИТИТЬСЯ ОТ РАДИАЦИИ?

Защита временем

чем меньше время пребывания вблизи источника радиации, тем меньше полученная от него доза облучения.

Защита расстоянием

заключается в том, что излучение уменьшается при удалении от компактного источника.

Защита веществом

необходимо стремиться к тому, чтобы между Вами и источником радиации было как можно больше вещества. Чем оно плотнее и чем его больше, тем значительнее часть радиации, которую оно может поглотить.



$$\begin{matrix} \alpha \\ \beta \\ \gamma \end{matrix}$$


Способы защиты от воздействия радиоактивных излучений.

Энергию непосредственно передаваемую атомам и молекулам биотканей называют прямым действием радиации. Некоторые клетки из-за неравномерности распределения энергии излучения будут значительно повреждены.



Места накопления радионуклидов в организме человека



Защита от радиоактивных лучей:

- **частицы** - задерживаются воздухом несколько сантиметров, но если попадут внутрь человека с воздухом, едой, через рану, то чрезвычайно опасны.

- **излучение** - в воздухе проходит до 5 м, в организм человека проходят до 2 см. Защищаться алюминиевой пластиной несколько мм.

- **излучение** - проходит через метровый слой воды. Защита — свинец толщиной 6 см.

Нейтроны. Защита - элементы с невысокими атомными номерами, вода, бетон, земля.



Биологическое действие радиоактивных излучений.

- Радиоактивные излучения губительным образом действуют на живые клетки. Предельно допустимая за год доза для человека равна 0,05 Гр. Доза в 3 - 10 Гр, полученная за короткое время, смертельна.

Биологическое действие радиоактивных излучений

Классификация радиоактивных отходов

```
graph TD; A[Классификация радиоактивных отходов] --> B[По агрегатному состоянию:]; A --> C[По составу излучения:]; A --> D[По времени жизни:]; A --> E[По активности:]; B --> B1[Жидкие]; B --> B2[Твёрдые]; B --> B3[Газообразные]; C --> C1["α – излучение"]; C --> C2["β - излучение"]; C --> C3["γ - излучение"]; C --> C4[нейтронное излучение]; D --> D1["короткоживущие (менее 1 года)"]; D --> D2["среднеживущие (от года до 100 лет)"]; D --> D3["долгоживущие (более 100 лет)"]; E --> E1[Низкоактивные]; E --> E2[Среднеактивные]; E --> E3[Высокоактивные];
```

По агрегатному состоянию:

Жидкие
Твёрдые
Газообразные

По составу излучения:

α – излучение
 β - излучение
 γ - излучение
нейтронное излучение

По времени жизни:

короткоживущие (менее 1 года)
среднеживущие (от года до 100 лет)
долгоживущие (более 100 лет)

По активности:

Низкоактивные
Среднеактивные
Высокоактивные

Биологическое действие радиации



- Радиоактивное излучение может либо убить клетку, либо исказить информацию в ДНК в такой степени, что со временем в организме появятся дефектные клетки, что приводит к мутации организма.

Безопасный уровень радиации
0,50мкЗв/ч = 50 мкР/ч

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

- ▶ Сильное влияние оказывает облучение на наследственность, поражая гены. В большинстве случаев это влияние является неблагоприятным.



Понятие «Биологическое действие радиации»

Изменения, вызываемые в жизнедеятельности и структуре живых организмов при воздействии коротковолновых электромагнитных волн (рентгеновского излучения и гамма-излучения) или потоков заряженных частиц, бета-излучения и нейтронов.

D - поглощенная доза;

E- поглощенная энергия;

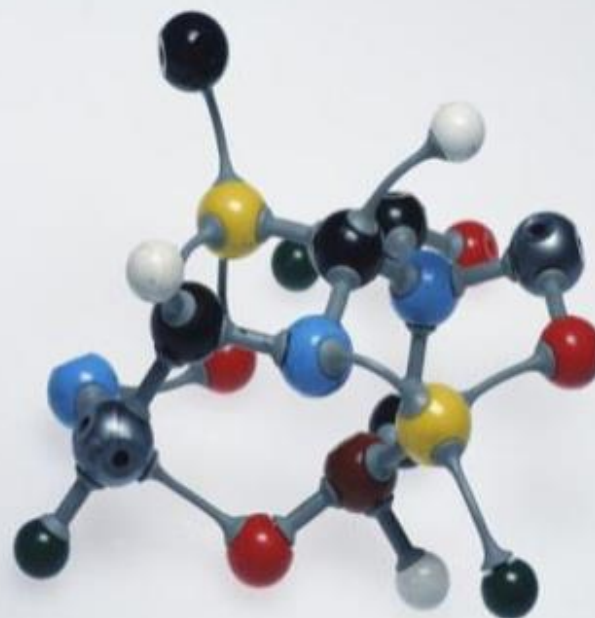
m-масса тела

$$D = E / m$$

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ Кг}$$

Биологическое действие радиоактивных излучений

РАК И НАСЛЕДСТВЕННЫЕ БОЛЕЗНИ РАСЦЕНИВАЮТСЯ КАК ХРОНИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЕЙСТВИЯ ИЗЛУЧЕНИЙ



Биологическое действие радиоактивных излучений

Отрицательное

Поражает
костный
мозг

Поражение
клеток
пищеварительного
тракта

Поражает гены
в хромосомах

Положительное

Подавление
раковых
опухолей

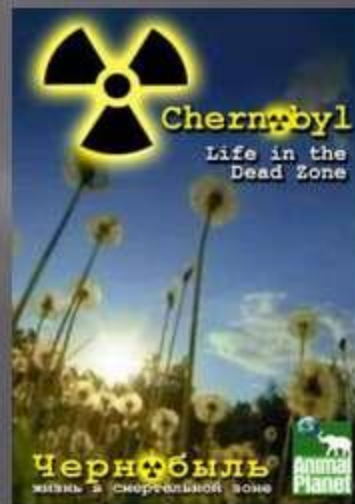
Дезинфекция

*Биологическое действие радиоактивных излучений
на живые организмы*

Катастрофа в Чернобыле показала человечеству,
какую опасность хранит в себе атом.

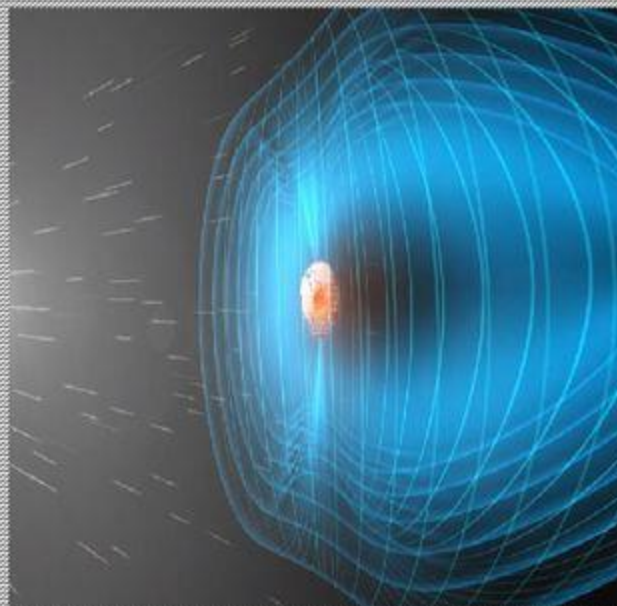


**Какой будет жизнь будущих
поколений зависит от наших
решений сейчас!**



Биологическое действие радиоактивных излучений

- Излучения радиоактивных веществ оказывают очень сильное воздействие на все живые организмы. Даже слабое излучение, нарушает жизнедеятельность клеток. При большой интенсивности излучения живые организмы погибают.



Биологическое действие радиоактивных излучений

**ОБЛУЧЕНИЕ МОЖЕТ
ОКАЗЫВАТЬ И
ОПРЕДЕЛЁННУЮ ПОЛЬЗУ**

Быстроразмножающиеся клетки в раковых опухолях более чувствительны к облучению. На этом основано подавление раковой опухоли γ -лучами радиоактивных препаратов, которые для этой цели более эффективны, чем рентгеновские лучи

Биологическое действие радиоактивных излучений

Бета излучение

имеет гораздо большую
проникающую способность;
может проходить в воздухе
расстояние до 5 метров, способно
проникать в ткани организма;
слой алюминия толщиной в
несколько миллиметров способно
задержать бета-частицы.

Алюминий



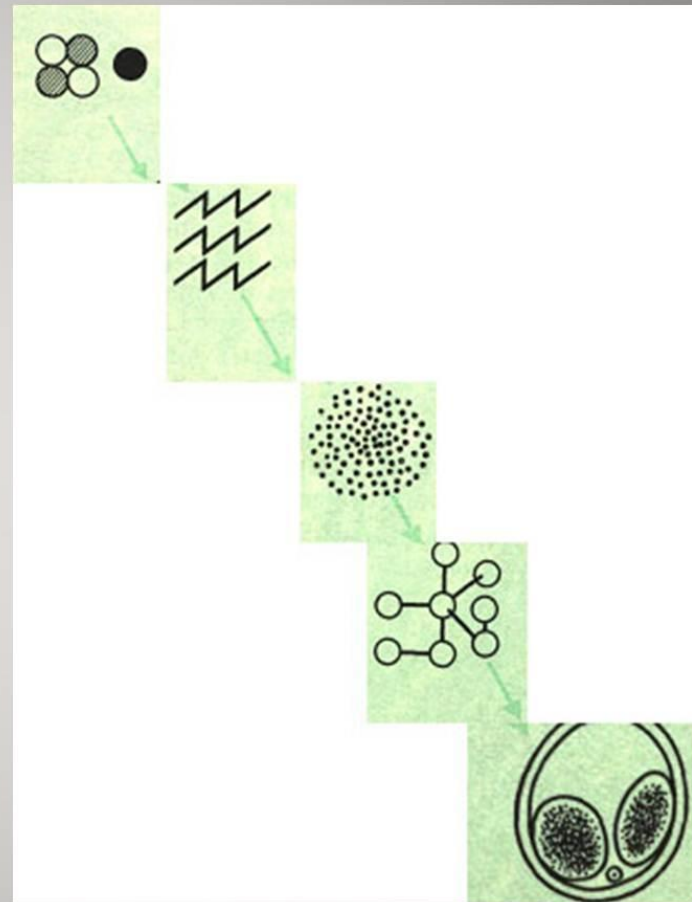
Механизм действия излучения:

происходит ионизация атомов и молекул, что приводит к изменению химической активности клеток.

Биологическое действие радиоактивных излучений

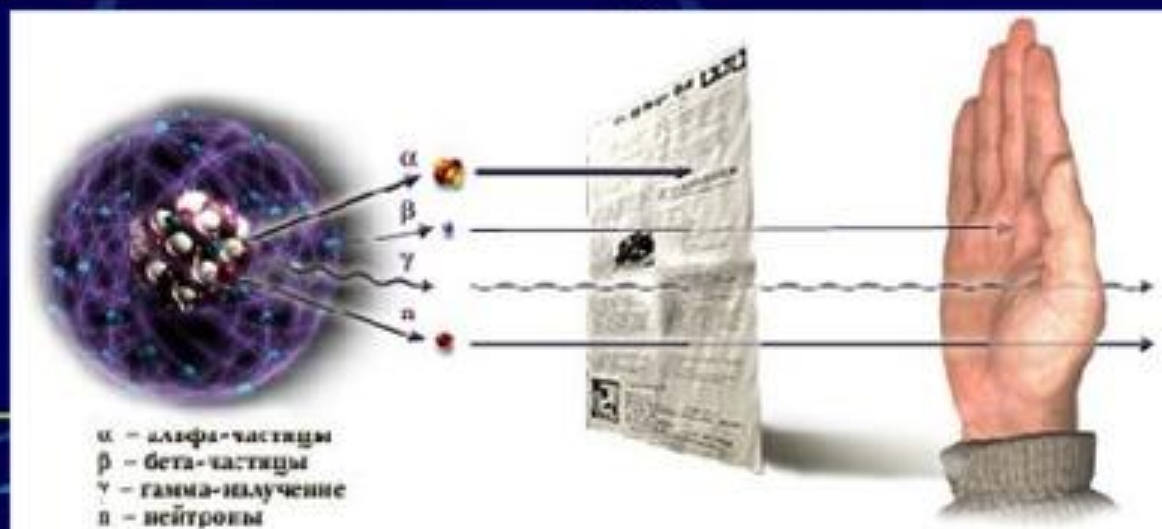
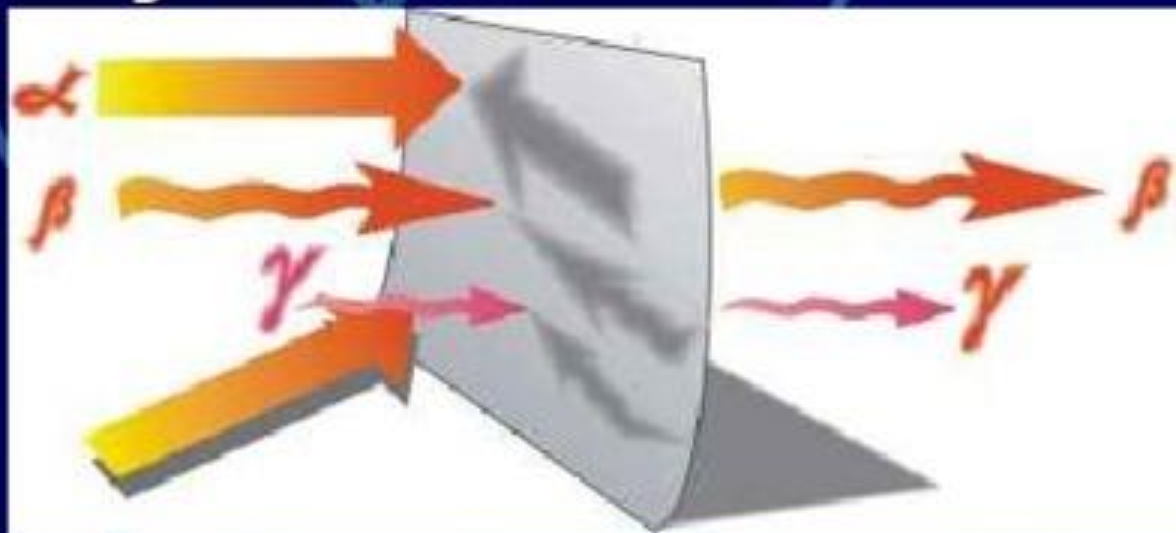
Радиоактивные излучения
оказывают сильное
биологическое действие на
ткани живого организма,
заключающееся в

**ионизации атомов и молекул
среды**

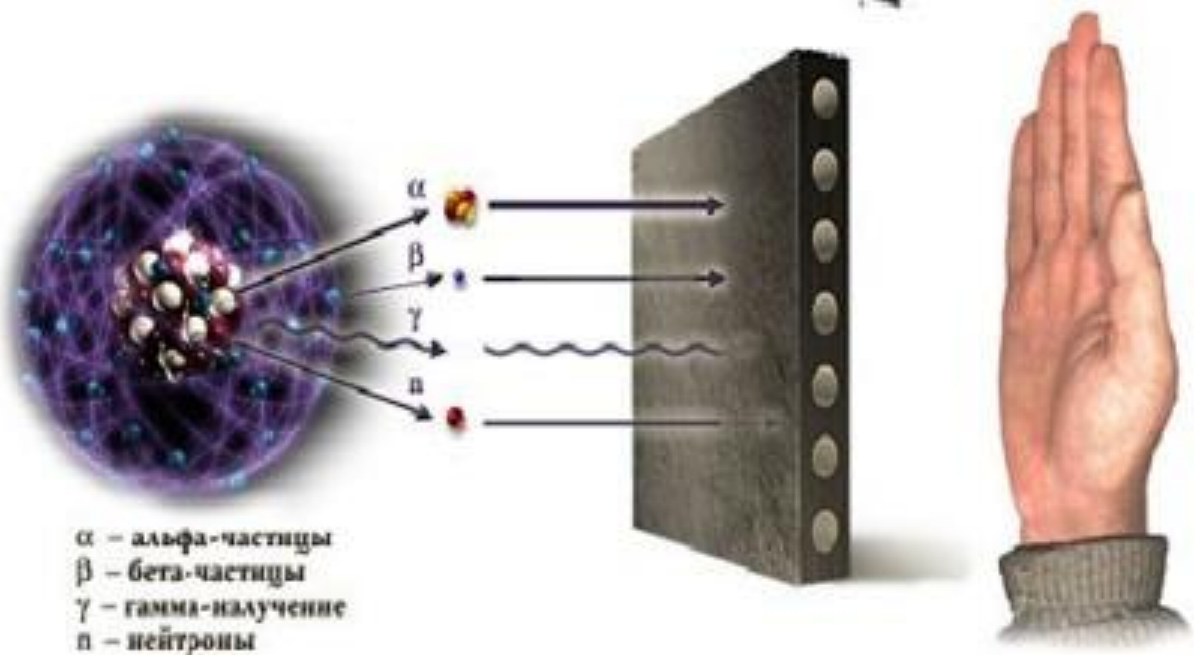
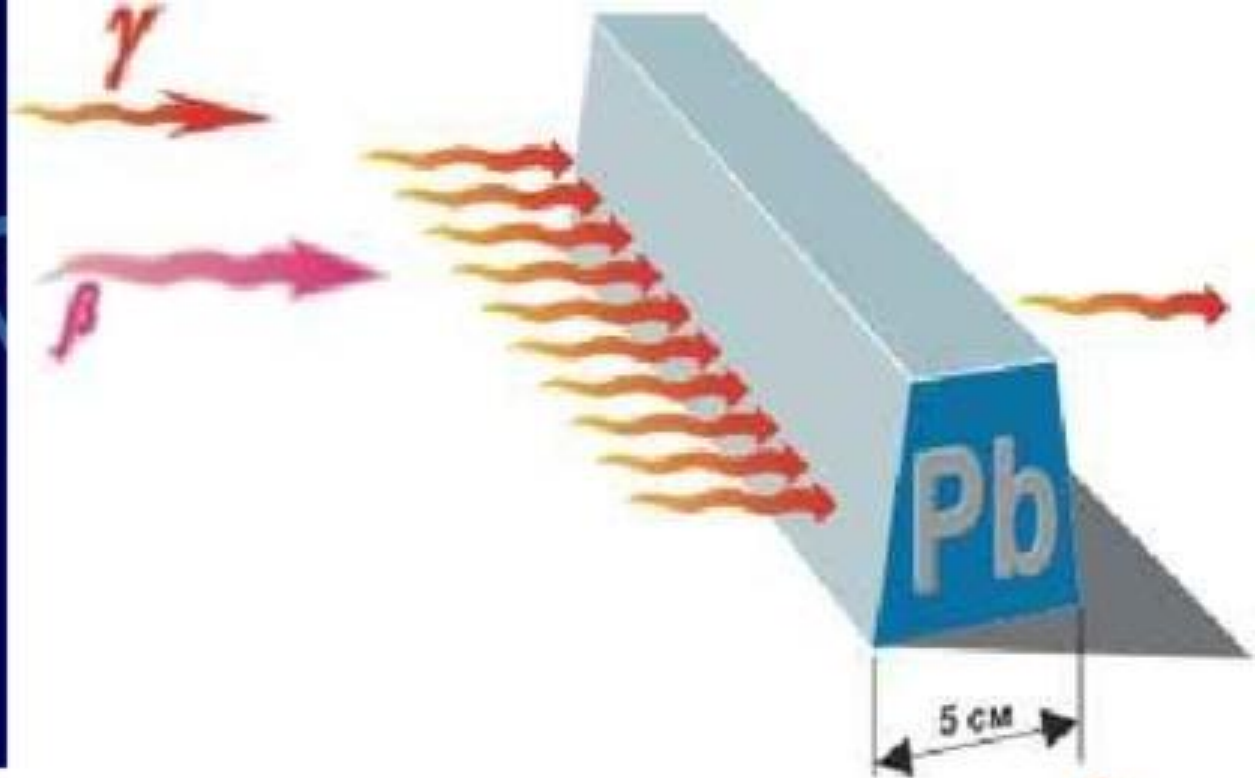


Проникающая способность различных видов излучения

Альфа -
излучение
можно
остановит
ь
листом
бумаги



**Свинцовая
пластина
толщиной
5 см
ослабляет
гамма -
излучение
наполовин
у**



Искусственные источники радиации

**Радиоактивные осадки
после ядерных испытаний,
взрывов на АЭС**



**Медицинские рентгеновские
лучи**



Захоронение радиационных отходов



Биологическое действие ионизирующих

Ионизация атомов
и молекул
вещества

Переход атомов и
молекул в возбужденное
состояние



Доза поглощенного излучения – это
отношение энергии ионизирующего
излучения к массе облучаемого тела.



$$D=E/m$$

$$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$$



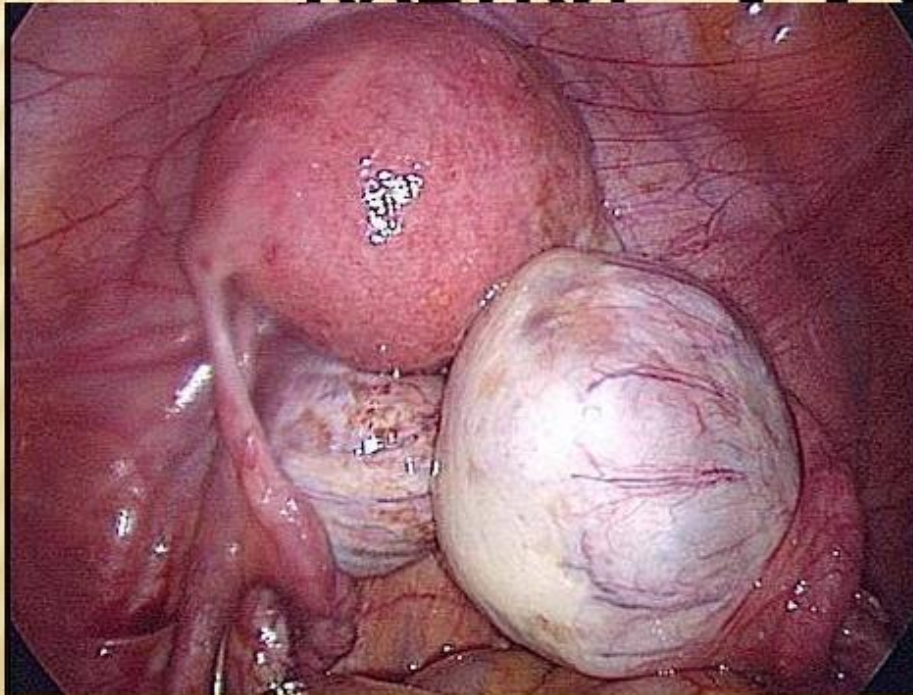
Дозиметры

генетические последствия радиации.

- они проявляются в первом поколении.
- Доза в 1 Гр, вызывает мутации, приводящие к серьезным последствиям.

Биологическое действие радиоактивных излучений

**НАИБОЛЕЕ СИЛЬНО РАДИАЦИЯ
ВЛИЯЕТ НА БЫСТРО РАСТУЩИЕ
КЛЕТКИ – РАКОВЫЕ**



Инструментарий исследования

Дозиметр — устройство для измерения дозы или мощности дозы ионизирующего излучения, полученной прибором (и тем, кто им пользуется) за некоторый промежуток времени. Измерение описанных величин называется **дозиметрией**. Поскольку разные виды ионизирующих излучений имеют разный заряд энергии, его измерение принято сравнивать с биологическим влиянием. В системе СИ единицей такого эквивалента выступает **зиверт (Зв)**.



Объекты с высокой естественной или искусственной радиоактивностью представляют собой однозначную опасность для здоровья человека.



ДВА ВИДА ОБЛУЧЕНИЯ ОРГАНИЗМА: ВНЕШНЕЕ И ВНУТРЕННЕЕ



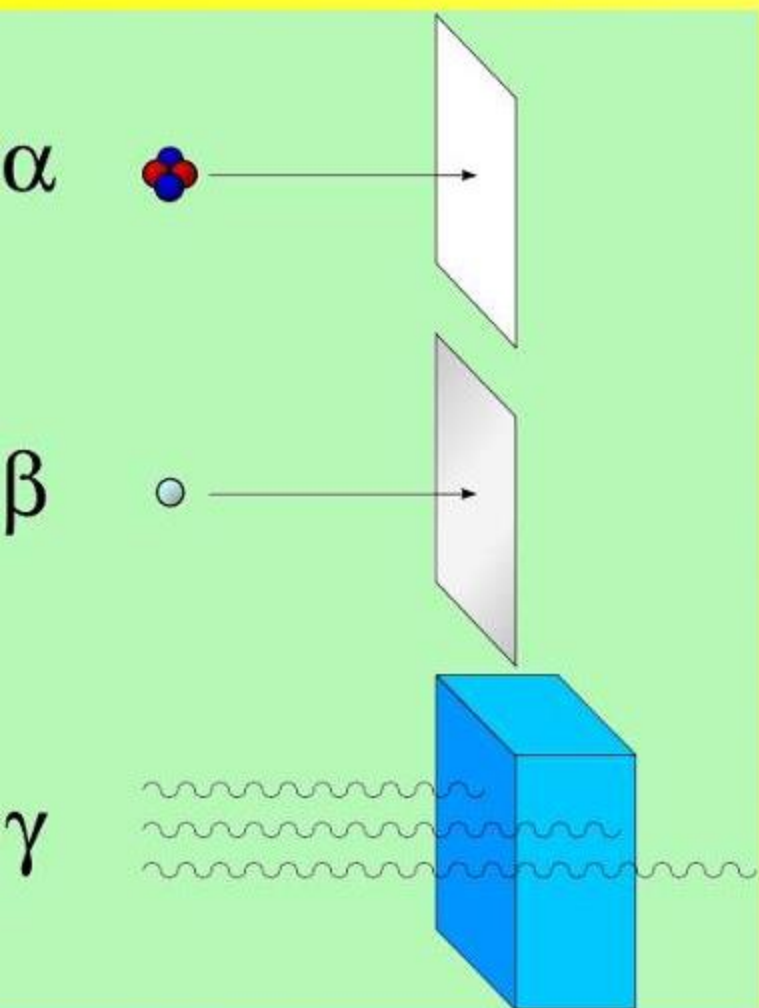
Излучение может двумя способами оказывать воздействие на человека.

Первый способ — внешнее облучение от источника, расположенного вне организма, которое в основном зависит от радиационного фона местности на которой проживает человек или от других внешних факторов.

Второй — внутреннее облучение, обусловленное поступлением **внутрь организма радиоактивного вещества**, главным образом с продуктами питания.

Внешнее и внутреннее облучения требуют различные меры предосторожности, которые должны быть приняты против опасного действия радиации.

Проникающая способность радиоактивного излучения



задерживается бумагой

**задерживается
алюминиевой пластинкой**

**слой свинца в 1 см уменьшает
интенсивность излучения**

вдвое

Закон радиоактивного распада



$$N = N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

N – количество нераспавшихся атомов

N_0 – начальное количество нераспавшихся атомов

t – время, прошедшее с момента начала наблюдений

T – период полураспада элемента

Закон радиоактивного распада

$$N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$$

Закон справедлив для
большого числа ядер

N – число нераспавшихся радиоактивных ядер

N_0 – начальное число радиоактивных ядер

t – время, прошедшее с момента начала наблюдений

T – период полураспада



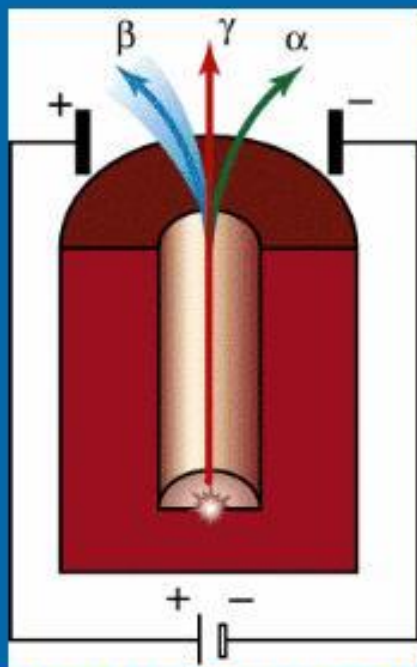
Изучая действие люминесцирующих веществ на фотопленку, французский физик **Антуан Беккерель** обнаружил неизвестное излучение. Он проявил фотопластинку, на которой в темноте некоторое время находился медный крест, покрытый солью урана. На фотопластинке получилось изображение в виде отчетливой тени креста. Это означало, что соль урана самопроизвольно излучает. За открытие явления естественной радиоактивности Беккерель в 1903 году был удостоен Нобелевской премии.





Перенос радиоактивности в окружающей среде





РАДИОАКТИВНОСТЬ – это способность некоторых атомных ядер самопроизвольно превращаться в другие ядра, испуская при этом различные частицы: Всякий самопроизвольный радиоактивный распад экзотермичен, то есть происходит с выделением тепла.

АЛЬФА-ЧАСТИЦА (α -частица)

– ядро атома гелия. Содержит два протона и два нейтрона. Испусканием α -частиц сопровождается одно из радиоактивных превращений (альфа-распад ядер) некоторых химических элементов.

БЕТА-ЧАСТИЦА

– испускаемый при бета-распаде электрон. Поток бета-частиц является одним из видов радиоактивных излучений с проникающей способностью, большей, чем у альфа-частиц, но меньшей, чем у гамма-излучения.

ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЕ (гамма-кванты)

– коротковолновое электромагнитное излучение с длиной волны меньше 2×10^{-10} м. Из-за малой длины волны волновые свойства гамма-излучения проявляются слабо, и на первый план выступают корпускулярные свойства, в связи с чем его представляют в виде потока гамма-квантов (фотонов).



11 марта 2011 года в Японии произошло самое мощное за всю историю страны землетрясение.

В результате на АЭС Онагава была разрушена турбина, возник пожар, который удалось быстро ликвидировать.

На АЭС Фукусима-1 ситуация сложилась очень серьезная - в результате отключения системы охлаждения расплавилось ядерное топливо в реакторе блока №1, снаружи блока была зафиксирована утечка радиации, в 10-километровой зоне вокруг АЭС проведена эвакуация.





Радиоактивность - неустойчивость ядер некоторых атомов(самопроизвольный распад)

Радиация — ионизирующее излучение.
Радиацию нельзя вызвать с помощью химических реакций.

Если дозы облучения превосходят допустимые нормы, то -

- 20 мЗв/год - усредненный более чем за 5 лет предел для персонала в ядерной и горнодобывающих отраслях промышленности.
- 150 мЗв/год - облучение дозами выше этой - увеличивает вероятность онкологии.
- 1 Зиверт (1000 мЗв) - риск появления раковых заболеваний.
- 2 - 10 грэй (2-10 зивертов в год) - острая лучевая болезнь с вероятным фатальным исходом.

Ежесуточный выброс радиоактивных веществ в атмосферу из аварийного реактора



дата	Время после аварии, сут.	Кол-во радиоактивных веществ в выбросе, МКи
26.04.86	0	12
27.04.86	1	4,0
28.04.86	2	3,4
29.04.86	3	2,6
30.04.86	4	2,0
1.05.86	5	2,0
2.05.86	6	4,0
3.05.86	7	5,0
4.05.86	8	7,0
5.05.86	9	8,0
6.05.86	10	0,1
9.05.86	14	0,01
23.05.86	28	$20 \cdot 10^{-6}$

Методы и средства защиты от ионизирующих излучений

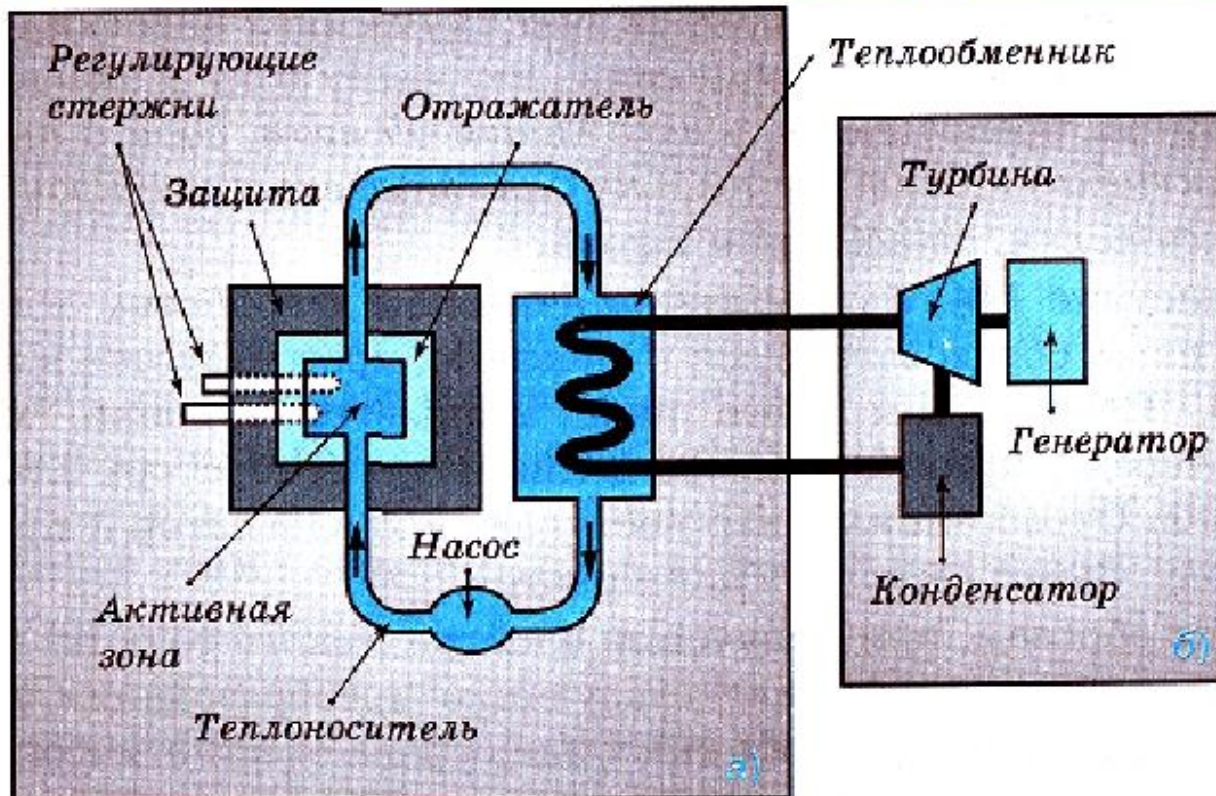
- ✓ увеличение расстояния между оператором и источником;
- ✓ сокращение продолжительности работы в поле излучения;
- ✓ экранирование источника излучения;
- ✓ дистанционное управление;
- ✓ использование манипуляторов и роботов;
- ✓ полная автоматизация технологического процесса;
- ✓ использование средств индивидуальной защиты и предупреждение знаком радиационной опасности;
- ✓ постоянный контроль за уровнем излучения и за дозами облучения персонала.



Биологическое действие радиации:

1. Ионизируются молекулы и атомы тел.
2. Изменяются физико-химические свойства живой клетки.
3. Клетки подвергаются мутациям
4. Повреждаются гены в хромосомах.
5. Вызываются различные физиологические отклонения.

Покумекай!

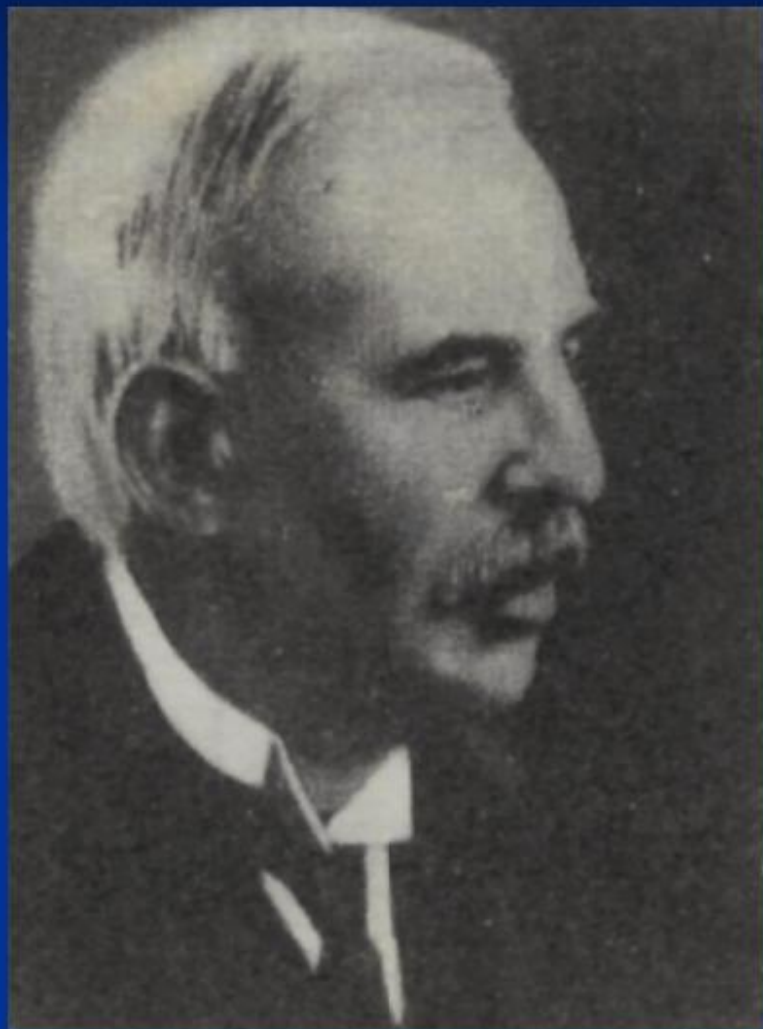


КРУПНЕЙШИЕ РАДИАЦИОННЫЕ АВАРИИ И КАТАСТРОФЫ В МИРЕ

В ночь с 25 на 26 апреля 1986 года
на четвертом блоке
Чернобыльской АЭС (Украина)
произошла крупнейшая ядерная
авария в мире, с частичным
разрушением активной зоны
реактора и выходом осколков
деления за пределы зоны. По
свидетельству специалистов,
авария произошла из-за попытки
проделать эксперимент по снятию
дополнительной энергии во время
работы основного атомного
реактора.



После открытия радиоактивных элементов началось исследование физической природы их излучения. Кроме Беккереля и супругов Кюри, этим занялся Резерфорд.



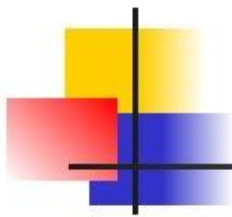
В 1898 г. Резерфорд приступил к изучению явления радиоактивности. Первым его фундаментальным открытием в этой области было обнаружение неоднородности излучения, испускаемого радием.

- 1 Грей равен поглощенной дозе излучения, при которой облученному веществу массой 1 кг передается энергия ионизирующего излучения 1 Дж.
- 3-10 Гр – смертельная доза...
- 0,05 Гр за год – предельно допустимая доза.
- 2 мЗв- среднее значение эквивалентной дозы поглощенного излучения естественного фона за год



Облучение от естественных источников излучения

1. Космическое излучение
2. Излучение от рассеянных в земной коре, воздухе и других объектах внешней среды природных радионуклидов;
3. Излучение от искусственных (техногенных) радионуклидов.



Эквивалентная доза

Эквивалентная доза поглощенного излучения -
произведение дозы поглощенного излучения
на коэффициент качества

$$H = D \cdot k$$

Единица эквивалентной дозы – зиверт (1 Зв)

1 Зв равен эквивалентной дозе, при которой
доза поглощенного α -излучения равна 1 Гр.