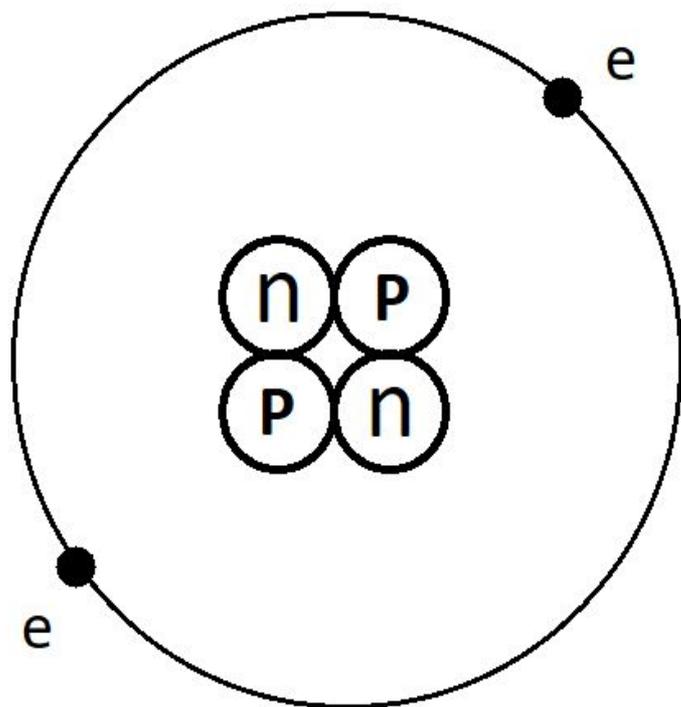


# **Радиоактивность и дозиметрия**

# Строение атома. Модель Резерфорда.



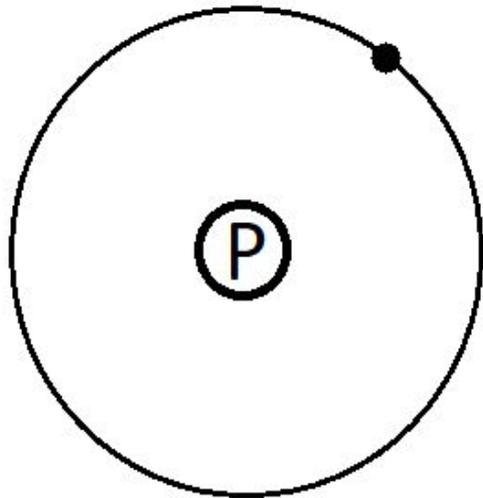
4 - атомная масса, сумма  
числа протонов и нейтронов  
2 - заряд, число протонов

P - протоны

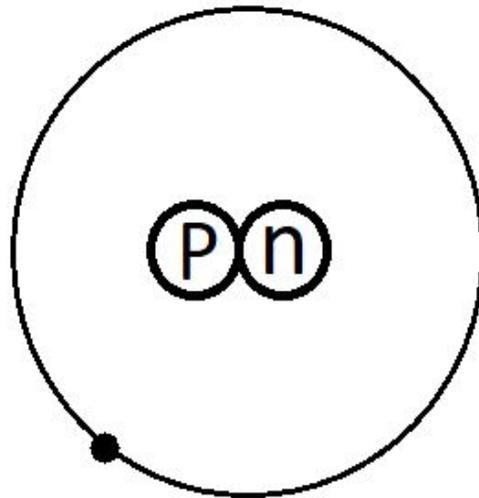
n - нейтроны

# Изотопы

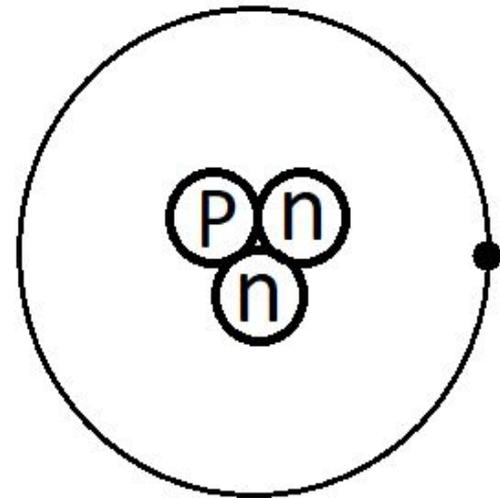
Изотопы — атомы одного хим. элемента, имеющие разные атомные массы.



${}^1_1\text{H}$  - протий

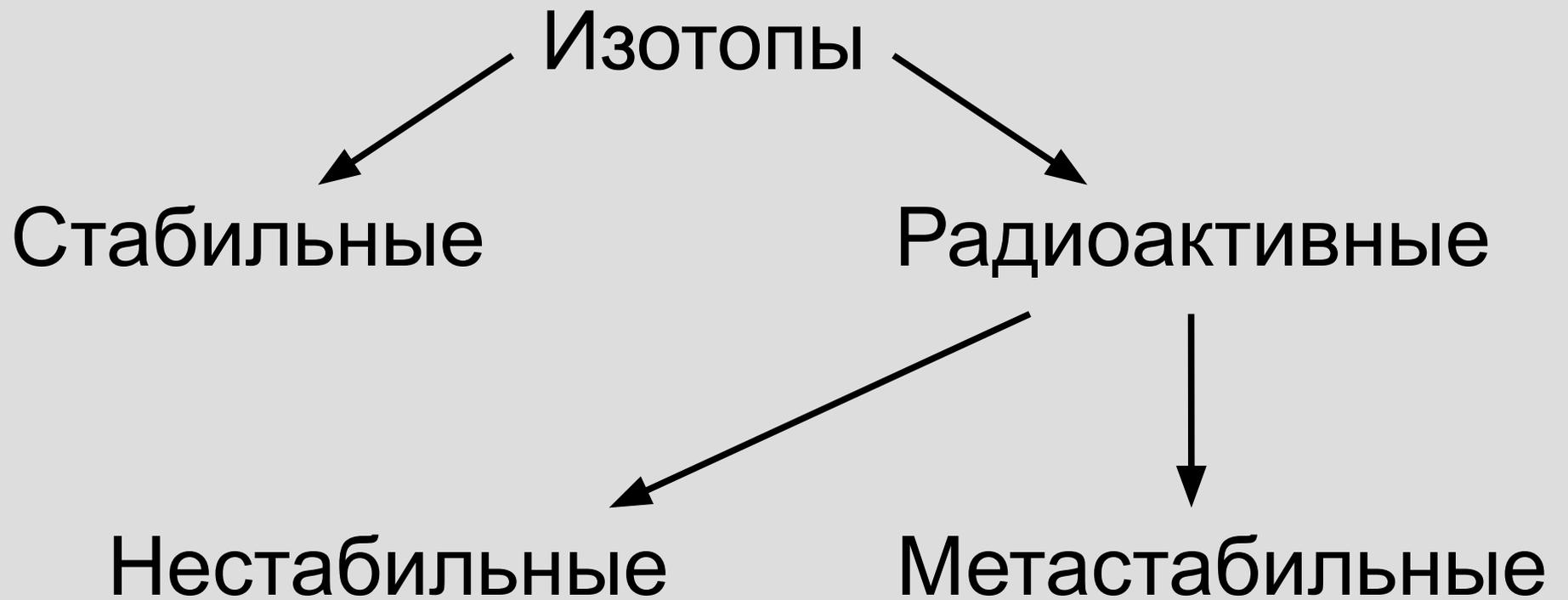


${}^2_1\text{H}$  - дейтерий



${}^3_1\text{H}$  - тритий

# Изотопы



# Радиоактивность

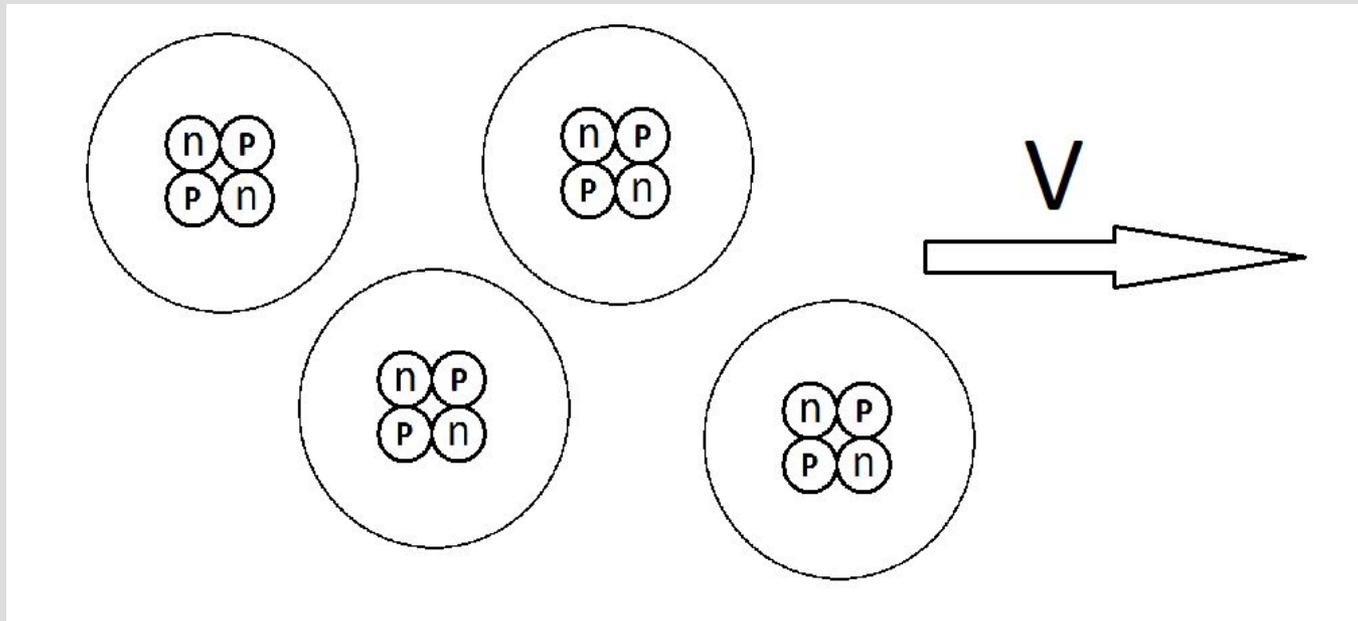
Радиоактивность — явление **спонтанного изменения** состава и состояния **ядер** нестабильных атомов путём испускания элементарных частиц , осколков ядер или энергии в виде фотонов.

Три основных вида радиоактивных излучений:

- Поток альфа — частиц
- Поток бета — частиц
- Гамма - излучение

# $\alpha$ - частицы

Ядра гелия, летящие с определённой скоростью в определённом направлении, называются альфа — частицами. В виду своей «громоздкости» сильнее всего взаимодействуют с веществом и имеют слабую проникающую способность.



# $\beta$ - частицы

Электроны и антиэлектроны, летящие с определённой скоростью в определённом направлении, называются бета-частицами. Взаимодействуют с веществом слабее альфа-частиц, но проникают в вещество лучше.

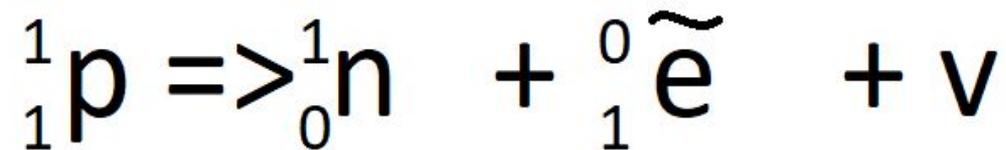
# $\beta$ - частицы

Существует три вида бета-распадов, а именно:

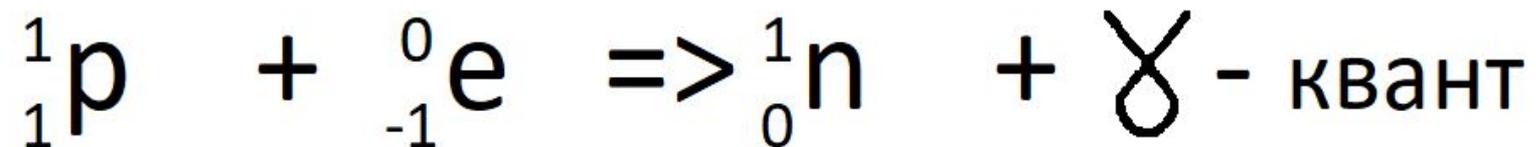
Бета "минус" распад



Бета "плюс" распад



K - захват



# $\gamma$ - излучение

Гамма излучение — фотоны с большой энергией. Сопровождают все виды распадов, а также порождаются атомом при его переходе из метастабильного состояния в стабильное.

Метастабильный атом — атом, имеющий такой же состав, что и у стабильного атома, но имеющий излишки внутренней энергии и способный существовать в таком состоянии некоторое время.

Обладает максимальной проникающей способностью и хуже всего взаимодействует с веществом.

# Взаимодействие излучений с веществом

Проникающая способность излучения напрямую зависит от размеров частиц. Вид взаимодействия зависит от типа частиц и их энергии.

Ионизация вещества — основной результат его взаимодействия с излучением.

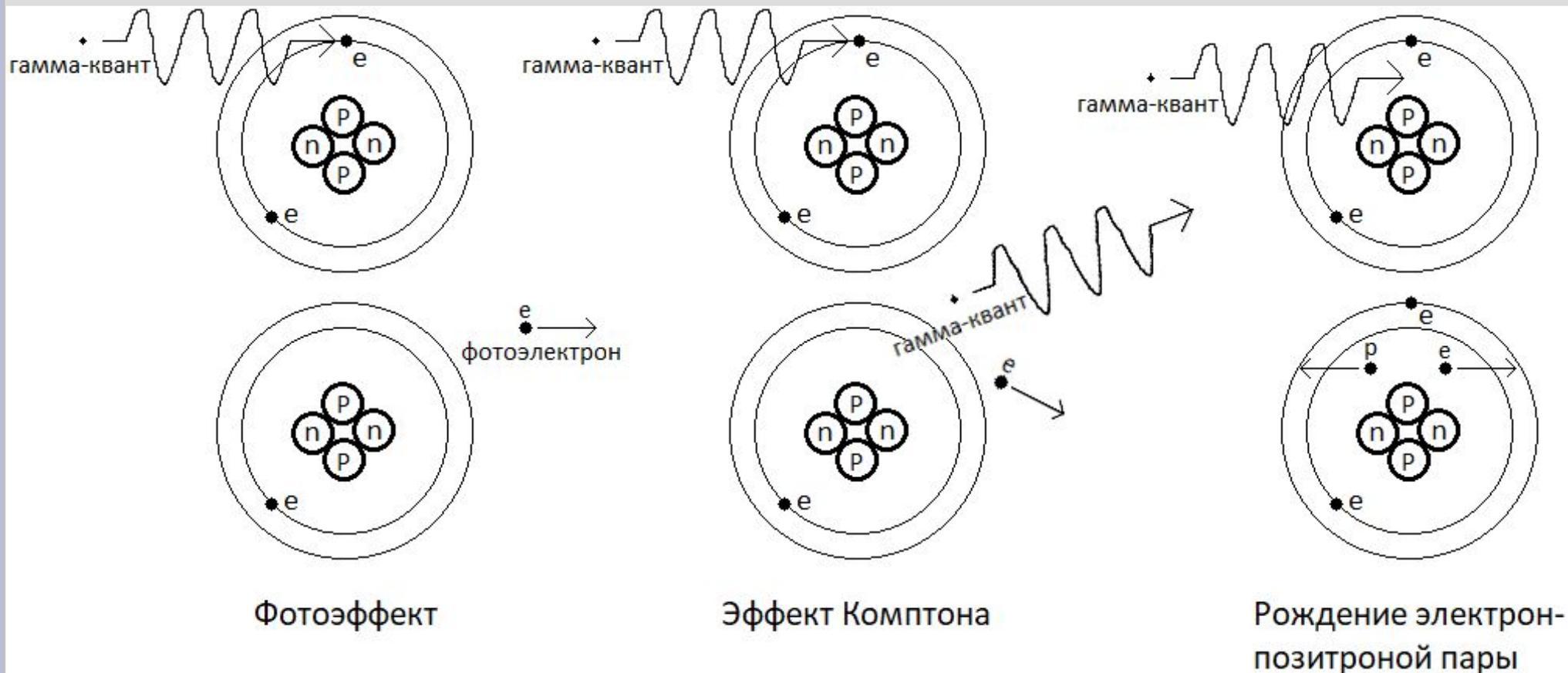
# Взаимодействие излучений с веществом

В случае с альфа и бета излучением наблюдаются схожие эффекты:

- Ионизация. Частица выбивает электрон из облака атома, тем самым ионизируя вещество.
- Возбуждение. Частица передаёт энергию электрону, переводя его на следующий энергетический уровень, тем самым временно повышая химическую активность атома.
- Тормозное излучение. Частица тормозит вблизи ядра, теряя энергию в виде рентгеновского излучения.

# Взаимодействие излучений с веществом

Гамма-излучение взаимодействует с веществом следующими тремя способами:



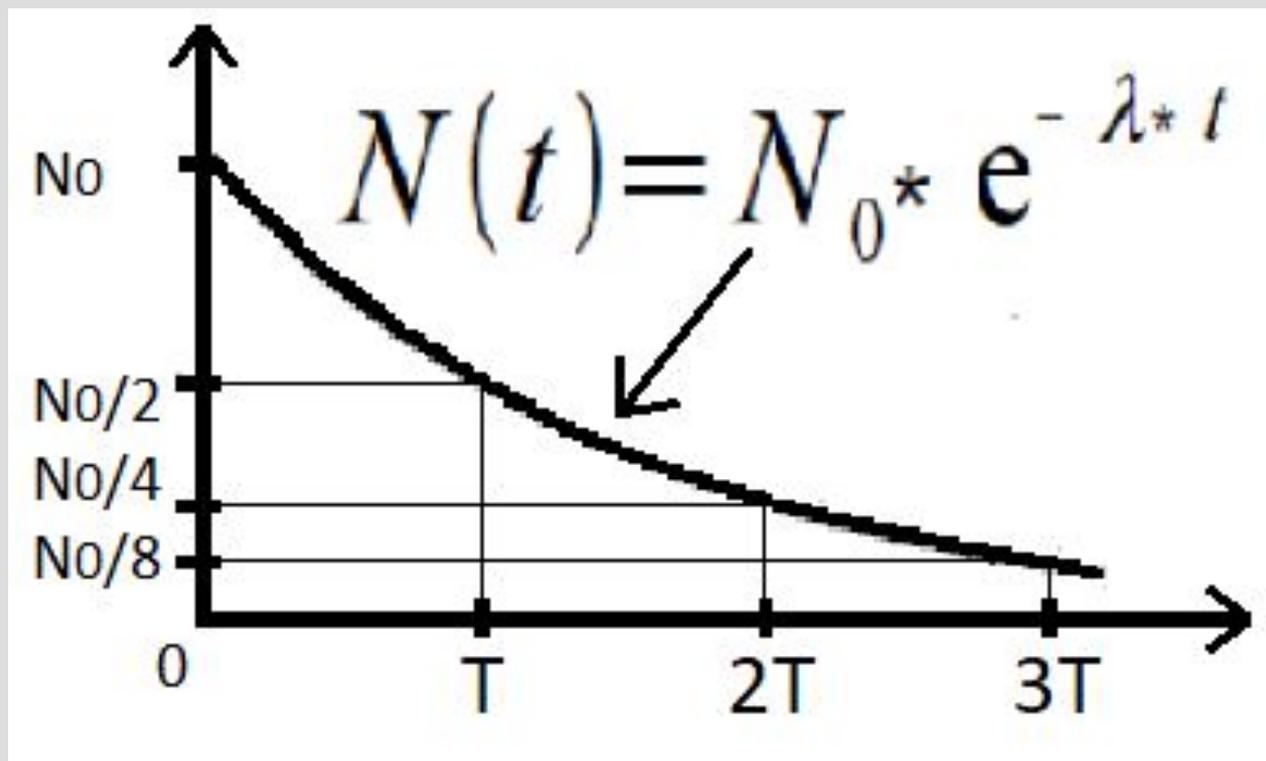
# Закон распада

Радиоактивность — явление спонтанное. Точно предсказать распад конкретного атома невозможно, но для большого числа атомов действует закон распада:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

Где  $N$  — кол-во атомов радиоактивного вещества,  
 $N_0$  — начальное количество радиоактивных атомов,  
 $\lambda$  — постоянная распада,  $t$  - время

# Закон распада



Принято считать, что после 10ти периодов полураспада вещество распадается полностью (для относительно небольших активностей).

# Активность источника

Активность источника — это число распадов его атомов за единицу времени. Единица измерения — Беккерели. 1 Беккерель — это 1 распад в секунду.

Беккерели дают понятие об общей активности образца, а не о способности излучения от образца ионизировать вещества.

# Влияние излучений на организмы

Основным результатом взаимодействия излучения с веществом — его ионизация. Ионы, обладая высокой химической активностью, способны разрушать живые клетки или перестраивать их ДНК, что ведёт к гибели клетки или её мутации.

**Все организмы способны противодействовать деструктивному воздействию радиации.**

# Виды облучения

Облучение организма может быть:

- Внешним. Источник излучения находится снаружи организма.
- Внутренним. Источник излучения находится внутри организма.

Внутреннее облучение гораздо опаснее внешнего, хотя защититься от него очень просто — достаточно пользоваться средствами индивидуальной защиты и соблюдать технику безопасности.

# Виды доз и их применение

Доза — величина, используемая для оценки внешней степени воздействия излучения на какой-либо объект.

Выделяют четыре основных типа доз.

# Экспозиционная доза

Экспозиционная доза — отношение суммы всех одноимённых зарядов, полученных при ионизации сухого воздуха при нормальном давлении, к массе этого объёма воздуха.

Измеряется в Кл/кг, или в рентгенах.  $1\text{Кл/кг} = 3876\text{Р}$ .

Легко поддаётся измерению и используется повсеместно.

# Поглощённая доза

Поглощённая доза — отношение поглощённой энергии излучения к массе поглотителя. Измеряется в Дж/кг, в Грехах или радах.  $1 \text{ Дж/кг} = 1 \text{ Грею} = 100 \text{ рад}$ .

1 Рентген примерно равен 1 раду.

# Эквивалентная доза

Эквивалентная доза — поглощённая доза, умноженная на коэффициент, учитывающий тип излучения. Измеряется в Зивертах.

- Для бета и гамма излучений коэффициент равен 1.
- Для альфа и нейтронного излучения коэффициент равен 20.

# Эффективная доза

Эффективная доза — эквивалентная доза, умноженная на коэффициент, учитывающий чувствительность конкретного органа к излучению.

Используется только при равномерном облучении организма, коэффициенты при этом распределяются эмпирически, чтобы в сумме все коэффициенты давали 1.

Служит для оценки рисков возникновения последствий облучения отдельного органа. Измеряется также в Зивертах.

# Последствия облучения организма человека

В случае облучения отдельного органа или конечности эффект сводится к локальным проблемам, тяжесть которых зависит от дозы.

В случае равномерного облучения возникает лучевая болезнь, тяжесть которой также зависит от полученной дозы.

# Последствия облучения организма

Полученная доза	Эффекты	Итог
0,1 Зв	Удвоение числа ген.мутаций	До 0,25 Зв - доза оправданного риска
1 - 1,5 Зв	1 степень ЛБ. Тошнота, слабость, головные боли.	Полное выздоровление через 4 - 5 недель
2 - 2,5 Зв	2 степень ЛБ. Теже симптомы, но протекают более тяжело.	Полное выздоровление через 2-4 месяца
3 - 3,5 Зв	3 степень ЛБ. Расстройство пищеварительной системы, повреждения органов, нарушение кроветворного процесса и уменьшение иммунитета. Потеря дееспособности.	3 Зв - начало смертей от ЛБ. Частичное восстановление организма.
>4 Зв	4 степень ЛБ. Серьёзные повреждения органов, отмирание больших участков кожи, нарушения зрения, нарушения кроветворного процесса, повреждения нервной системы.	4 Зв - доза 50% смертей от ЛБ. Частичное восстановление. 6 Зв - доза 100% смерти