

**РАДИОАКТИВНОСТЬ
ГОРНЫХ ПОРОД**

**НЕЙТРОННАЯ
АКТИВНОСТЬ**

Радиоактивность

- способность некоторых атомных ядер самопроизвольно распадаться с испусканием элементарных частиц и образованием ядра другого элемента.

Радиоактивность урана была впервые открыта Беккерелем в 1896 г.. В 1898 г. Мария Кюри и Пьер Кюри обнаружили радиоактивность тория, позднее ими были открыты радиоактивные элементы полоний и радий.

Единицы измерения радиоактивности

Существует несколько единиц измерения радиоактивности:

- Кюри; [Ки]. Активность вещества равна 1 Ки, если в нём каждую секунду происходит $3,7 \cdot 10^{10}$ радиоактивных распадов.
- Беккерель; [Бк]. Один беккерель определяется как активность источника, в котором за одну секунду происходит в среднем один радиоактивный распад.
- Резерфорд; [Рд]. Один резерфорд определяется как 10^6 актов распада в 1 секунду

Единицы измерения радиоактивности

Между собой они соотносятся следующим образом:

$$1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк (точно).}$$

$$1 \text{ Бк} \approx 2,703 \cdot 10^{-11} \text{ Ки.}$$

$$1 \text{ Рд} = 1 \cdot 10^6 \text{ Бк (точно)} = 1 \text{ МБк.}$$

$$1 \text{ Бк} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ Рд (точно).}$$

Радиоактивность

Позднее Марией и Пьером Кюри и Резерфордом было доказано наличие 3 видов излучения радиоактивных элементов α -, β - и γ -лучей. α -лучи — это положительно заряженные ионы гелия, β -лучи — отрицательно заряженные электроны, γ -лучи — поток электромагнитного излучения, аналогичного рентгеновым лучам.

Радиоактивный распад

Радиоактивный распад обусловлен внутренним состоянием атомных ядер, не зависимым от внешних условий. Это процесс случайный. Радиоактивный распад характеризуют следующие параметры:

1. *Период полураспада.* Период полураспада у различных элементов изменяется в очень широких пределах - от 10^{-6} до 10^{10} лет.
2. *Состав естественных излучений.* Естественная радиоактивность состоит из альфа-, бета-, гамма-, нейтронных и других излучений.

Период полураспада

$$N = N_0 e^{-0,693 \frac{t}{T_{1/2}}}$$

Закон радиоактивного распада

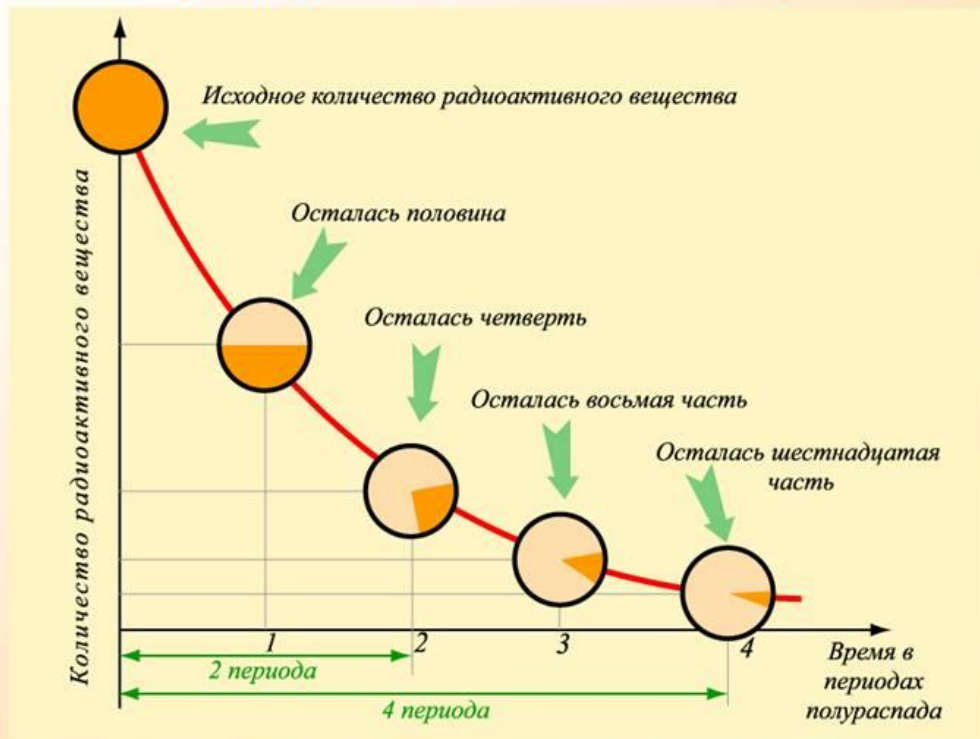
Закон, открытый Ф. Содди и Э. Резерфордом экспериментальным путём и сформулированный в 1903 году. Современная формулировка закона:

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

что означает, что число распадов за интервал времени t в произвольном веществе пропорционально числу N имеющихся в образце радиоактивных атомов данного типа.

Закон радиоактивного распада

Закон радиоактивного распада



[Назад](#)

Радиоактивность горных пород

Радиоактивность горных пород определяется содержанием в них радиоактивных элементов — ${}_{92}^{238}\text{U}$, ${}_{92}^{235}\text{U}$, ${}_{90}^{232}\text{Th}$ и радиоактивного изотопа ${}_{19}^{40}\text{K}$.

Кроме того, в горных породах присутствуют продукты распада радиоактивных элементов, которые иногда мигрируют в окружающие породы (He, Ar и т.д.). В почвах накапливается Rn, имеющий радиогенное происхождение.

Радиоактивность горных пород

Радиоактивность горных пород определяется прежде всего радиоактивностью породообразующих минералов. Радиоактивность пород и руд по эквивалентному процентному содержанию урана принято подразделять на следующие группы:

- породы практически нерадиоактивные (10^{-5} %);
- породы средней радиоактивности (10^{-4} %);
высокордиоактивные породы и убогие руды (10^{-3} %);
- бедные радиоактивные руды (10^{-2} %);
- рядовые и богатые радиоактивные руды (0,1 %).

Радиоактивность минералов

По радиоактивности (радиологическим свойствам) породообразующие минералы подразделяют на четыре группы:

- наибольшей радиоактивностью отличаются минералы урана и тория;
- высокой радиоактивностью характеризуются широко распространенные минералы, содержащие калий-40 (полевые шпаты, калийные соли);
- средней радиоактивностью отличаются такие минералы, как магнетит, лимонит, сульфиды;
- низкой радиоактивностью обладают кварц, кальцит, гипс, каменная соль и другие.

Радиоактивные минералы



Радиоактивные минералы



Радиоактивные минералы



Радиоактивные минералы



Радиоактивные минералы



Радиоактивные минералы



Радиоактивные минералы



Радиоактивные минералы



Радиоактивные минералы



Радиоактивность горных пород

К практически нерадиоактивным горным породам относятся *ангидрит, гипс, каменная соль, известняк, доломит* и *ультраосновные, основные и средние* породы.

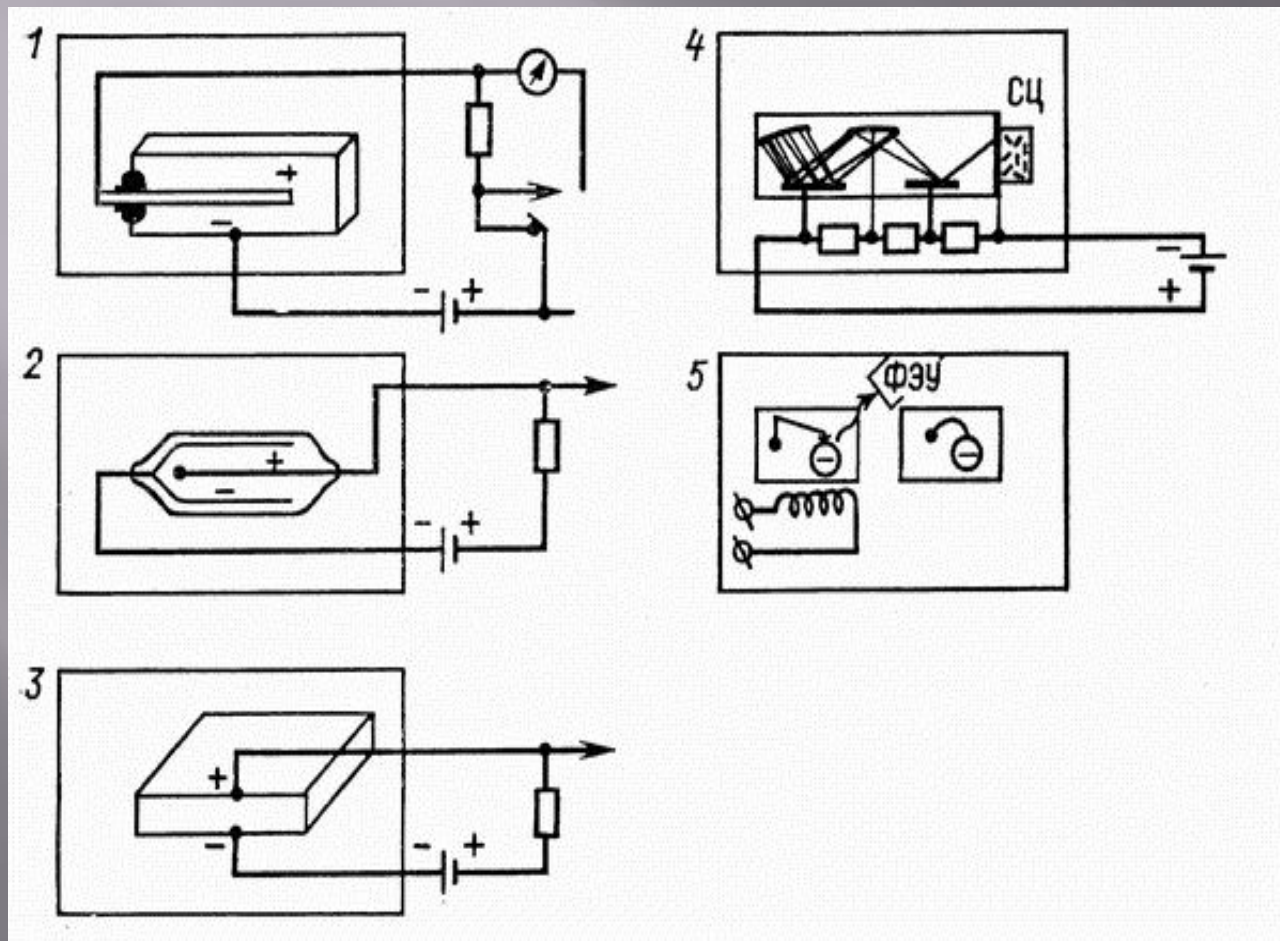
Средней радиоактивностью отличаются *кислые изверженные* породы и *песчаник, глина*.

Радиоактивные руды (от убогих до богатых) встречаются на урановых или урановоториевых месторождениях различного генезиса.

Приборы для измерения радиоактивности

Чувствительные элементы (их называют детекторами) служат для определения интенсивности и энергетического спектра ядерных излучений путем преобразования энергии радиоактивного излучения в электрическую энергию. В аппаратуре для ядерно-геофизических исследований в качестве чувствительных элементов используют *ионизационные камеры, счетчики Гейгера - Мюллера, полупроводниковые детекторы, сцинтилляционные счетчики, термолюминесцентные кристаллы.*

Приборы для измерения радиоактивности



1 - ионизационная камера;
2 - счетчик Гейгера - Мюллера;
3 - полупроводниковый кристалл;
4 - сцинтилляционный счетчик;
5 - термолюминесцентный кристалл; СЦ - сцинтиллятор; ФЭУ - фотоэлектронный умножитель

Приборы для ядерно-геофизических исследований

В геофизике для ядерно-геофизических исследований используют:

1. Аэро- и авторадиометры. Используются для воздушной и автомобильной гамма-съемки.
2. Полевые радиометры. Для наземной гамма-съемки используют разного рода полевые радиометры (СРП-68, СРП-88 и др.) со стрелочным индикатором на выходе.
3. Эманометр. Для изучения концентрации радона в подпочвенном воздухе используют эманометры.

Полевой радиометр



Радиометрические методы разведки

Радиометрические методы разведки (радиометрия) - это методы поисков, разведки радиоактивных руд, основанные на изучении естественной радиоактивности руд и горных пород.

Глубинность радиометрических методов невелика, и так как наибольшей проникающей способностью обладает гамма-излучение, то широкое применение в геофизике нашли методы гамма-съемки.

Радиометрические методы разведки

Радиометрические методы включают в себя следующие методы:

- Аэрогамма-съёмка;
- Автогамма-съёмка;
- Пешеходная (наземная) гамма-съёмка;
- Радиометрический анализ проб горных пород и стенок горных выработок;
- Эманиационная съёмка.

Нейтронная активность

Основным нейтронным свойством горных пород и руд является их способность поглощать и рассеивать нейтроны.

Взаимодействие нейтронов с веществом определяется отсутствием электрического заряда у этой частицы, вследствие чего нейтрон легко проникает в любые ядра, даже в самые тяжёлые. Достигая ядра, поток нейтронов вызывает ядерные реакции: упругое и неупругое рассеяние, радиационный захват, ядерное расщепление.

Нейтронная активность

Упругим рассеянием называется процесс, при котором нейтрон передаёт большую часть своей энергии ядру и замедляет скорость своего движения. При этом потеря энергии и замедление скорости нейтронов тем больше, чем меньше масса ядра.

Неупругое рассеяние наблюдается при движении нейтрона через внешнюю оболочку ядра.

Нейтронная активность

Потерявший энергию нейтрон захватывается ядром, вследствие чего возбуждается искусственная радиоактивность ядра. Процесс поглощения сопровождается испусканием гамма-квантов, протонов, альфа-частиц.

Замедление, интенсивность потока, а также вновь появившееся радиационное излучение могут быть оценены количественно, т.е. измерены.

Ядерно-геофизические методы исследований

В искусственных ядерно-геофизических методах образцы горных пород или стенки горных выработок, скважин и обнажений облучаются радиоактивными элементами, нейтронами или гамма-излучением.

Наибольшее практическое применение ядерно-геофизические методы получили при геофизических исследованиях скважин.

Ядерно-геофизические методы исследований



Нейтронные методы:

1. Активационный анализ (облучение быстрыми и медленными нейтронами);
2. Нейтронный анализ (облучение медленными нейтронами);
3. Гамма-спектральный метод (изучение вторичного гамма-излучения).



Гамма-методы

1. Фотонейтронный анализ (облучение квантами высоких энергий);
2. Плотностной гамма-гамма-метод ($E > 0,3$ МэВ);
3. Селективный гамма-гамма-метод ($E < 0,3$ МэВ);
4. Рентгенорадиометрический метод ($E < 0,1$ МэВ).

**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**