

ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Минералом называется относительно однородное по составу тело, представляющее собой продукт природных физических и химических процессов.

Минерал – природное вещество, состоящее из одного элемента или из закономерного сочетания элементов, образующееся в результате природных процессов, протекающих в глубине земной коры или на поверхности.

Горная порода - совокупность минеральных масс, занимающая, как правило, значительный объем в земной коре. **Все горные породы** делятся на:

- **мономинеральные (простые)**, состоящие из одного породообразующего минерала;
- **полиминеральные (сложные)**, состоящие из нескольких различных минералов.

Например, **мономинеральная порода мрамор** состоит из одного породообразующего минерала - *кальцита ($CaCO_3$)*, а не менее известный **гранит - порода полиминеральная**. Он состоит *из трех основных минералов (кварца, полевых шпатов- ортоклазов и слюды - биотита)*.



А.Г. Художественная мастерская



КЛАССИФИКАЦИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

- в основу положен

генетический принцип, т. е. способ происхождения

Магматические горные породы

Первичные массивно-кристаллические изверженные породы, образовавшиеся из силикатных расплавов (магмы) в глубине земной коры (интрузивные) или на ее поверхности (эффузивные)

Метаморфические горные породы

вторичные массивно-кристаллические породы, образовавшиеся из магматических или осадочных пород в недрах земли в результате глубоких превращений

Осадочные горные породы

- отложения продуктов выветривания массивно-кристаллических пород или остатков различных организмов

Классификация академика Карпинского А.П.

ИЗВЕРЖЕННЫЕ (ПЕРВИЧНЫЕ) МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	А. МАССИВНЫЕ	1. ГЛУБИННЫЕ (ИНСТРУЗИВНЫЕ)	- ГРАНИТ, СИЕНИТ, ДИОРИТ, ГАББРО
		2. ИЗЛИВШИЕСЯ (ЭФФУЗИВНЫЕ)	- ПОРФИР КВАРЦЕВЫЙ, ТРАХИТ, АНДЕЗИТ, БАЗАЛЬТ, ДИАБАЗ
	Б. ОБЛОМОЧНЫЕ	1. РЫХЛЫЕ	- ВУЛКАНИЧЕСКИЕ: ПЕПЕЛ, ПЕСОК, ПЕМЗА
		2. ЦЕМЕНТИРОВАННЫЕ	- ВУЛКАН.ТУФ - ВУЛКАН.ТРАСС - ВУЛКАН.СТЕКЛО (ПЕРЛИТ, ВИТРОФИР, ЕХШТЕЙН)
ОСАДОЧНЫЕ (ВТОРИЧНЫЕ) ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	А. МЕХАНИЧЕСКИЕ ОТКЛОНЕНИЕ	1. РЫХЛЫЕ	- ГЛИНА, ПЕСОК - ГРАВИЙ, ВАЛУНЫ
		2. ЦЕМЕНТИРОВАННЫЕ	- ПЕСЧАНИК - КОНГЛОМЕРАТ - БРЕКЦИЯ
	Б. ХИМИЧЕСКИЕ ОСАДКИ	- ГИПС, АНГИДРИТ, МАГНЕЗИТ, ДОЛОМИТ, ООЛИТОВЫЙ ИЗВЕСТНЯК, ИЗВЕСТНЯКОВЫЙ ТУФ	
	В. ОРГАНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ	1. ЗООГЕННЫЕ	- МЕЛ, РАКУШЕЧНИК
2. ФИТОГЕННЫЕ		- ДИАТОМИТ, ТРЕПЕЛ	
МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ (ВИДОИЗМЕНЕННЫЕ) ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	А. ВИДОИЗМЕНЕННЫЕ ИЗВЕРЖЕННЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	- ГНЕЙС	
	Б. ВИДОИЗМЕНЕННЫЕ ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	- КВАРЦИТ, МРАМОР, СЛАНЕЦ	

Магматические породы

Образование магматических пород и минералов происходит при высокой температуре и обычно большом давлении.

Вследствие расплавления пород за счет радиогенного тепла в небольших обособленных очагах на различных глубинах образуется *магма* - *тестообразный расплав сложного силикатного состава, содержащий различные газы, пары воды и горячие водные растворы*

Расплав состоит из следующих условных компонентов – соединений SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , MgO , CaO , FeO , Fe_2O_3 , газов HF , HCl , H_2S , CO , CO_2 , летучих соединений B , F , S .

Магматическими называют породы, образовавшиеся при застывании сложного силикатного расплава (магмы) в недрах Земли или на ее поверхности

В зависимости от условий формирования структуры пород, выделяют **глубинные (интрузивные) породы**, отличающиеся зернистым строением, и **излившиеся (эффузивные)**, имеющие скрытокристаллическое порфиоровидное строение.

Обломочные породы - это продукты жизнедеятельности вулканов.

Формирование таких пород идет в наши дни при извержении вулканов в виде пепла, лавы и т.п.

Группы магматических горных пород по содержанию – SiO₂

geoglobus.ru

Группы пород по содержанию SiO₂

Типы пород	Кислые (более 65%)	Средние (65-52%)	Основные (52%45%)	Ультра-основные (менее 45%)
Плутонические (интрузивные)	Граниты	Диориты	Габбро	Перидотиты
Вулканические (эффузивные)	Риолиты	Андезиты	Базальты	Пикриты

Самые распространенные магматические горные породы



Габбро – интрузивная
основная порода
(45-52% SiO₂)

Базальт - эффузивная
основная порода (45-52%
SiO₂)



оплавленные вкрапления кварца в базальте



Диорит - интрузивная
средняя порода (52-65% SiO₂)



Андезит – эффузивная средняя
порода (52-65%SiO₂)

Гранит - кислые породы, с характерной зернистой структурой и массивной текстурой



Гранит



Гранит. Москва. Фонтан.
"Александр и Натали"



Гранит

Магматические породы различают по структуре - характеристика степени кристалличности г. п., зависящей от размера и формы слагающих их минеральных зёрен, их взаимоотношений друг с другом :

Полнокристаллические

(для интрузивных пород),

полукристаллические (эффузивные породы)

и **стекловатые структуры** (лавы)

Полнокристаллические структуры

свидетельствуют о медленной и спокойной кристаллизации под покровом вышележащих пород. Среди них выделяют крупнозернистые, мелкозернистые в зависимости от величины

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Основными компонентами магматических пород являются 9 элементов: **O, Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, H.**
(**98% по весу**)

В заметных количествах присутствуют такие элементы, как **Ti, Mn, P, Cl, S** и **микроэлементы**, содержание которых, как правило, не превышает **0,01%** по весу.

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Магма — это силикатный расплав, поэтому **основными минералами** магматических пород являются **силикаты, алюмосиликаты и кварц**. Более половины веса (>50%) магматических пород составляют **полевые шпаты, 12% кварц, 13% суммарно авгит и пироксены** и в значительно меньших количествах остальные минералы.

Средний минералогический состав магматических пород

Минерал	Содержание, %	Минерал	Содержание, %
Кварц	12,4	Мусковит	1,4
Щелочные полевые шпаты	31,0	Магнетит, гематит, ильменит	4,1
Плагиоклаз	29,2	Нефелин	0,3
Оливин	2,6	Апатит	0,6
Пироксены	12,0	Сфен	0,3
Роговая обманка	1,7	Хлорит и серпентин	0,6
Биотит	3,8		

ВЫВЕТРИВАНИЕ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Минералы магматических горных пород разрушаются в той же последовательности, в какой происходила их кристаллизация из расплава :

оливин, пироксен, амфибол, полевой шпат, кварц.

Соответственно *основные породы выветриваются быстрее кислых.*

Устойчивые минеральные формы в условиях Земли – *оксиды.*

Магматические породы занимают 95% объема земной коры, **25% площади континентов.**

На продуктах выветривания этих пород формируются почвы всех генетических типов, во всех биоклиматических поясах, на всех континентах.

В нашей стране площадь выходов магматических пород составляет около **3,5 млн. км²**, т. е. материнским почвообразующим материалом служит либо сама **магматическая порода** (при первичном почвообразовании), **либо ее элювий и делювий** (продукты выветривания).

Классификация академика Карпинского А.П.

ИЗВЕРЖЕННЫЕ (ПЕРВИЧНЫЕ) МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	А. МАССИВНЫЕ	1. ГЛУБИННЫЕ (ИНСТРУЗИВНЫЕ)	- ГРАНИТ, СИЕНИТ, ДИОРИТ, ГАББРО
		2. ИЗЛИВШИЕСЯ (ЭФФУЗИВНЫЕ)	- ПОРФИР КВАРЦЕВЫЙ, ТРАХИТ, АНДЕЗИТ, БАЗАЛЬТ, ДИАБАЗ
	Б. ОБЛОМОЧНЫЕ	1. РЫХЛЫЕ	- ВУЛКАНИЧЕСКИЕ: ПЕПЕЛ, ПЕСОК, ПЕМЗА
		2. ЦЕМЕНТИРОВАННЫЕ	- ВУЛКАН.ТУФ - ВУЛКАН.ТРАСС - ВУЛКАН.СТЕКЛО (ПЕРЛИТ, ВИТРОФИР, ЕХШТЕЙН)
ОСАДОЧНЫЕ (ВТОРИЧНЫЕ) ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	А. МЕХАНИЧЕСКИЕ ОТКЛОНЕНИЕ	1. РЫХЛЫЕ	- ГЛИНА, ПЕСОК - ГРАВИЙ, ВАЛУНЫ
		2. ЦЕМЕНТИРОВАННЫЕ	- ПЕСЧАНИК - КОНГЛОМЕРАТ - БРЕКЦИЯ
	Б. ХИМИЧЕСКИЕ ОСАДКИ	- ГИПС, АНГИДРИТ, МАГНЕЗИТ, ДОЛОМИТ, ООЛИТОВЫЙ ИЗВЕСТНЯК, ИЗВЕСТНЯКОВЫЙ ТУФ	
	В. ОРГАНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ	1. ЗООГЕННЫЕ	- МЕЛ, РАКУШЕЧНИК
2. ФИТОГЕННЫЕ		- ДИАТОМИТ, ТРЕПЕЛ	
МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ (ВИДОИЗМЕНЕННЫЕ) ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	А. ВИДОИЗМЕНЕННЫЕ ИЗВЕРЖЕННЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	- ГНЕЙС	
	Б. ВИДОИЗМЕНЕННЫЕ ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	- КВАРЦИТ, МРАМОР, СЛАНЕЦ	

Осадочные породы

Осадочный процесс породообразования называют **осадочным литогенезом**. В самой общей схеме этот сложный процесс протекает примерно так: **выветривание** → **перенос** → **отложение (образование осадка)** → **диагенез (образование осадочной горной породы)**.

Образовавшиеся таким путем минералы, горные породы и полезные ископаемые называют **осадочными**.

Осадочными считают породы, возникшие в условиях поверхностной температуры и давления из продуктов разрушения любых пород, выпавших в осадок на поверхности Земли или на дне моря без участия или при посредстве



Образование осадочных пород.

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Осадконакопление (седиментация) происходит в поверхностных частях земной коры (как в морях, так и на суше) и на самой поверхности при невысоких температурах и давлении, близком к атмосферному, под влиянием физико-химических агентов атмосферы, гидросферы, земной коры и жизнедеятельности организмов.

Могут быть **обломочного, химического и биогенного происхождения**

Осадочные породы занимают 75% площади суши и составляют лишь 5% от объема земной коры.

Источником осадочных пород являются

- изверженные (магматические) породы
- метаморфические
- более ранние осадочные породы,
- твердые и газообразные выбросы вулканов,
- органические вещества, синтезируемые растительностью.

Среди осадочных пород преобладают : -*глины и глинистые сланцы* — около 80% от объема осадочных пород,
-*пески и песчаники* составляют 11% того же объема,
-*известняки и доломиты* — 6%.

ВАЛОВОЙ И ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Средние валовые составы осадочных и магматических пород близки между собой, но есть и закономерные различия:

- 1. Взаимное отношение **FeO** и **Fe₂O₃** противоположно; в магматических породах преобладает *двухвалентное железо*, при образовании осадочных пород оно окисляется, поэтому в последних преобладает ***трехвалентное железо***.
- 2. Осадочные породы **втрое беднее натрием** по сравнению с магматическими, поскольку натрий — наиболее подвижный из катионов — при выветривании поступает в воды, в конечном счете в океан.

По минералогическому составу осадочные и магматические породы резко отличаются друг от друга .

Средний минералогический состав магматических и осадочных пород (по М. С. Швецову, 1948), %

Минерал	Средняя магматическая порода (гранит 65% + базальт 35%)	Средняя осадочная порода (глинистые породы 82% + песчанки 12% + известняки 6%)
Оливин	26,5	0,00
Биотит	3,86	0,00
Роговая обманка	1,60	0,00
Авгит	12,90	0,00
Анортит	9,80	0,00
Альбит	29,60	4,55
Ортоклаз	14,85	11,02
Магнетит	3,15	0,07
Титанит и ильменит	1,45	0,02
Кварц	20,40	34,80
Мусковит	3,85	15,11
Глинистые минералы	0,00	14,51
Железистые осадочные минералы	0,00	4,00
Доломит и сидерит	0,00	9,07
Кальцит	0,00	4,25
Гипс и ангидрит	0,00	0,97
Фосфатные минералы	0,00	0,35
Органическое вещество	0,00	0,73

Осадки могут быть **обломочного, химического и биогенного происхождения.**

1. **Обломочные породы** образуются в результате механического выветривания существовавших ранее горных пород; процесс происходит как на суше – поверхности материков, так и в водной среде, где откладывается разнообразный материал.

2. **Химические осадки** образуются вследствие кристаллизации из водных растворов: а) при испарении грунтовых растворов из почв и подпочв с образованием солей сульфатов, галоидов, карбонатов в виде выцветов и налетов, б) при выпадении солей в результате испарения вод из мелких озер, лагун.

3. **Биогенные осадки** образуются при разрушении остатков животных, например кораллов (известняки), при

Осадочные горные породы

неорганические

органические

Обломочные
Песок, пемза,
глина

Химические
Гипс
поваренная соль

Уголь, известняк,
мел, ракушечник

Формируются на поверхности Земли при разрушении пород и минералов, а также в результате жизнедеятельности или отмирания организмов.





Мергель - осадочная горная порода
смешанного глинисто-карбонатного состава: 50 — 75 %
карбонат ([кальцит](#), реже [доломит](#)), 25 — 50 % —
нерастворимый остаток ($\text{SiO}_2 + \text{R}_2\text{O}_3$).



**Песчаник -
осадочная горная
порода, состоящая
из частиц песка
(цементированная осадочная
порода)**



**Рыхлая песчано-
глинистая осадочная
горная порода**

Образование осадочных пород началось в архее и продолжается до сих пор. По словам Л. В. Пустовалова, «мы не можем указать такой точки на поверхности земного шара, где бы в той или иной форме не протекали процессы минерального осадкообразования»

Классификация академика Карпинского А.П.

ИЗВЕРЖЕННЫЕ (ПЕРВИЧНЫЕ) МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	А. МАССИВНЫЕ	1. ГЛУБИННЫЕ (ИНСТРУЗИВНЫЕ)	- ГРАНИТ, СИЕНИТ, ДИОРИТ, ГАББРО
		2. ИЗЛИВШИЕСЯ (ЭФФУЗИВНЫЕ)	- ПОРФИР КВАРЦЕВЫЙ, ТРАХИТ, АНДЕЗИТ, БАЗАЛЬТ, ДИАБАЗ
	Б. ОБЛОМОЧНЫЕ	1. РЫХЛЫЕ	- ВУЛКАНИЧЕСКИЕ: ПЕПЕЛ, ПЕСОК, ПЕМЗА
		2. ЦЕМЕНТИРОВАННЫЕ	- ВУЛКАН.ТУФ - ВУЛКАН.ТРАСС - ВУЛКАН.СТЕКЛО (ПЕРЛИТ, ВИТРОФИР, ЕХШТЕЙН)
ОСАДОЧНЫЕ (ВТОРИЧНЫЕ) ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	А. МЕХАНИЧЕСКИЕ ОТКЛОНЕНИЕ	1. РЫХЛЫЕ	- ГЛИНА, ПЕСОК - ГРАВИЙ, ВАЛУНЫ
		2. ЦЕМЕНТИРОВАННЫЕ	- ПЕСЧАНИК - КОНГЛОМЕРАТ - БРЕКЦИЯ
	Б. ХИМИЧЕСКИЕ ОСАДКИ	- ГИПС, АНГИДРИТ, МАГНЕЗИТ, ДОЛОМИТ, ООЛИТОВЫЙ ИЗВЕСТНЯК, ИЗВЕСТНЯКОВЫЙ ТУФ	
	В. ОРГАНОГЕННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ	1. ЗООГЕННЫЕ	- МЕЛ, РАКУШЕЧНИК
2. ФИТОГЕННЫЕ		- ДИАТОМИТ, ТРЕПЕЛ	
МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ (ВИДОИЗМЕНЕННЫЕ) ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	А. ВИДОИЗМЕНЕННЫЕ ИЗВЕРЖЕННЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	- ГНЕЙС	
	Б. ВИДОИЗМЕНЕННЫЕ ОСАДОЧНЫЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ	- КВАРЦИТ, МРАМОР, СЛАНЕЦ	

Метаморфические породы

Метаморфизмом (греч. *metamorpho* – преобразуюсь, превращаюсь) называют сложный физико-химический процесс глубокого изменения, перерождения и перекристаллизации уже готовых минералов и горных пород с сохранением их твердого состояния без заметного расплавления. Процессы метаморфизма происходят на глубине, где **существуют высокие (от 100–200 и до 800 °С) температуры и большое давление (до $152 \cdot 10^3$ кПа)**. Здесь осуществляется внедрение магматических расплавов, газов и водяных паров.

Метаморфические – это магматические и осадочные породы, видоизмененные (перекристаллизовавшиеся) под влиянием высокой температуры, большого давления и физико-химических условий.

Характерной особенностью таких пород является **сланцеватость** - параллельно-слоистая ориентация

Основные отличительные черты метаморфических пород

Основные отличительные особенности метаморфических пород состоят:

1. в наличии **определенных минералов**, свойственных преимущественно только им: серпентин, тальк, хлорит, серицит, андалузит и др., и
2. ярко выраженной параллельной

Метаморфизм происходит в интервале температур от 100 до 900° под давлением от 100 до 10 тыс. атм.

В зависимости от температуры и давления породы приобретают тот или иной минералогический состав.

При температуре 100—350° и давлении 2,5—6 тыс. атм образуются *метаморфические породы зеленосланцевой фации* (филлиты, известковые и другие сланцы, зеленокаменные породы, серпентиниты и др.)

При температуре 300—700° и давлении 3—8 тыс. атм возникают такие породы, как *амфиболиты, кристаллические сланцы, гнейсы, магматиты.*

Метаморфические горные породы

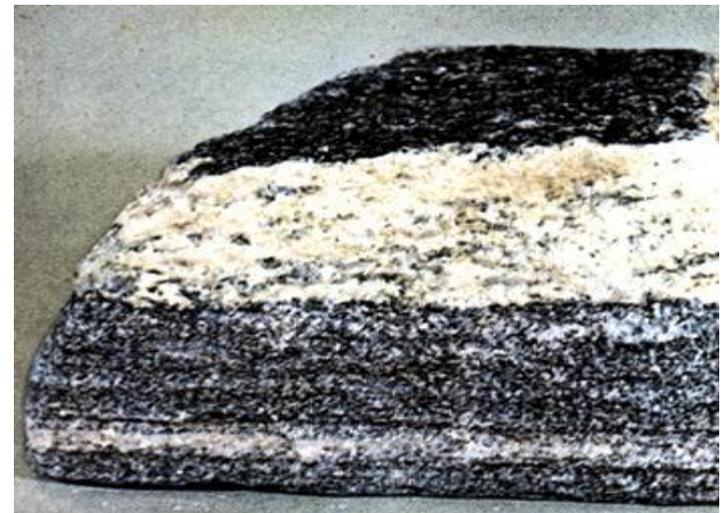
Сланцы

Глинистые и
кристаллические

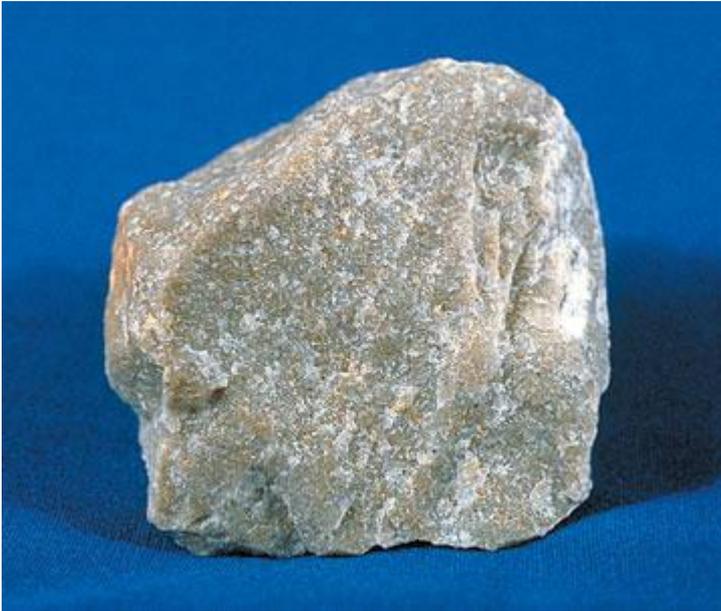


Видоизмененные осадочные
породы

Гнейсы



Видоизмененные изверженные
породы

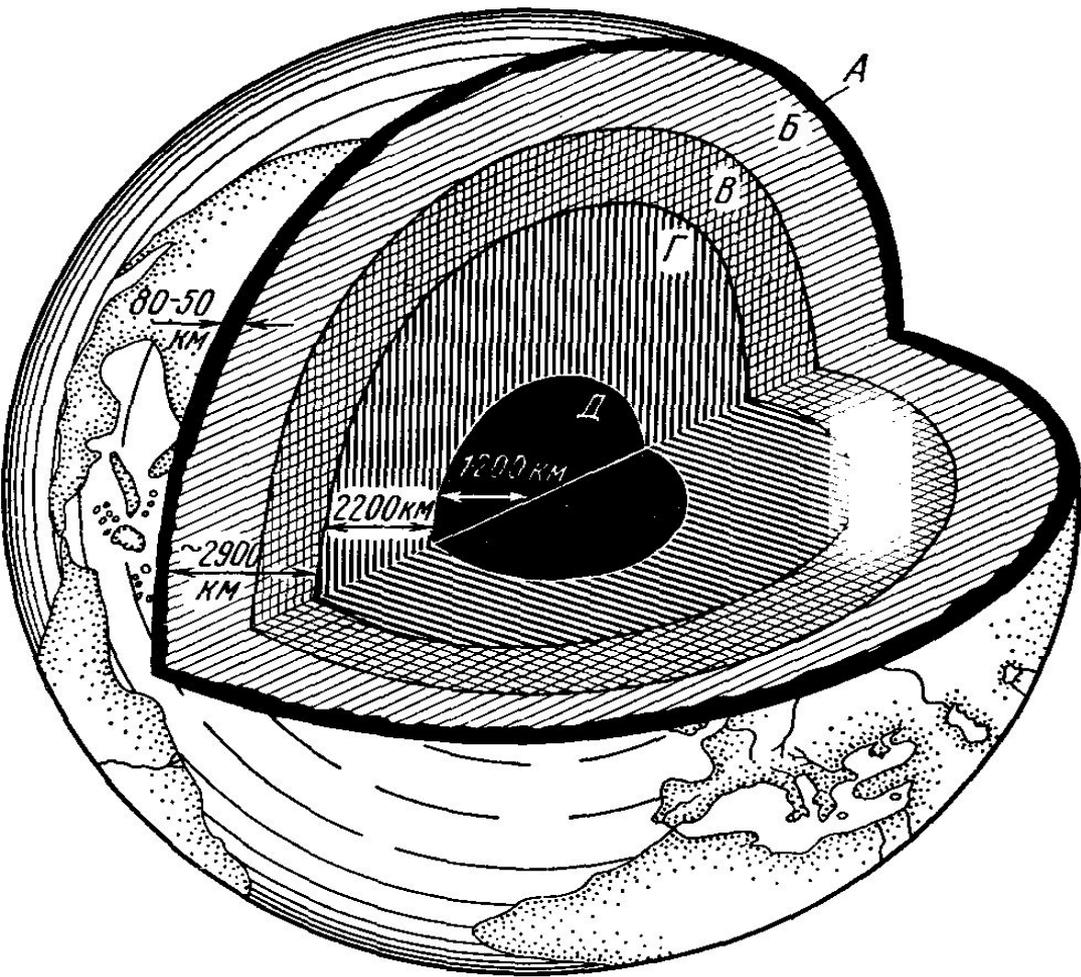


**Кварцит -
видоизмененные
осадочные породы**

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД В ЗЕМНОЙ КОРЕ

Примерно до глубины 16 км соотношение между этими породами ориентировочно такое: 60% – магматические породы, 32% – метаморфические и только 8% – осадочные.

Отложения поверхности Земли (от 0 до 16 км) на 75% сложены рыхлыми слоистыми породами осадочного происхождения. Среди них наиболее распространены глины и глинистые сланцы – 83%, на долю песчаников и известняков приходится 17%.

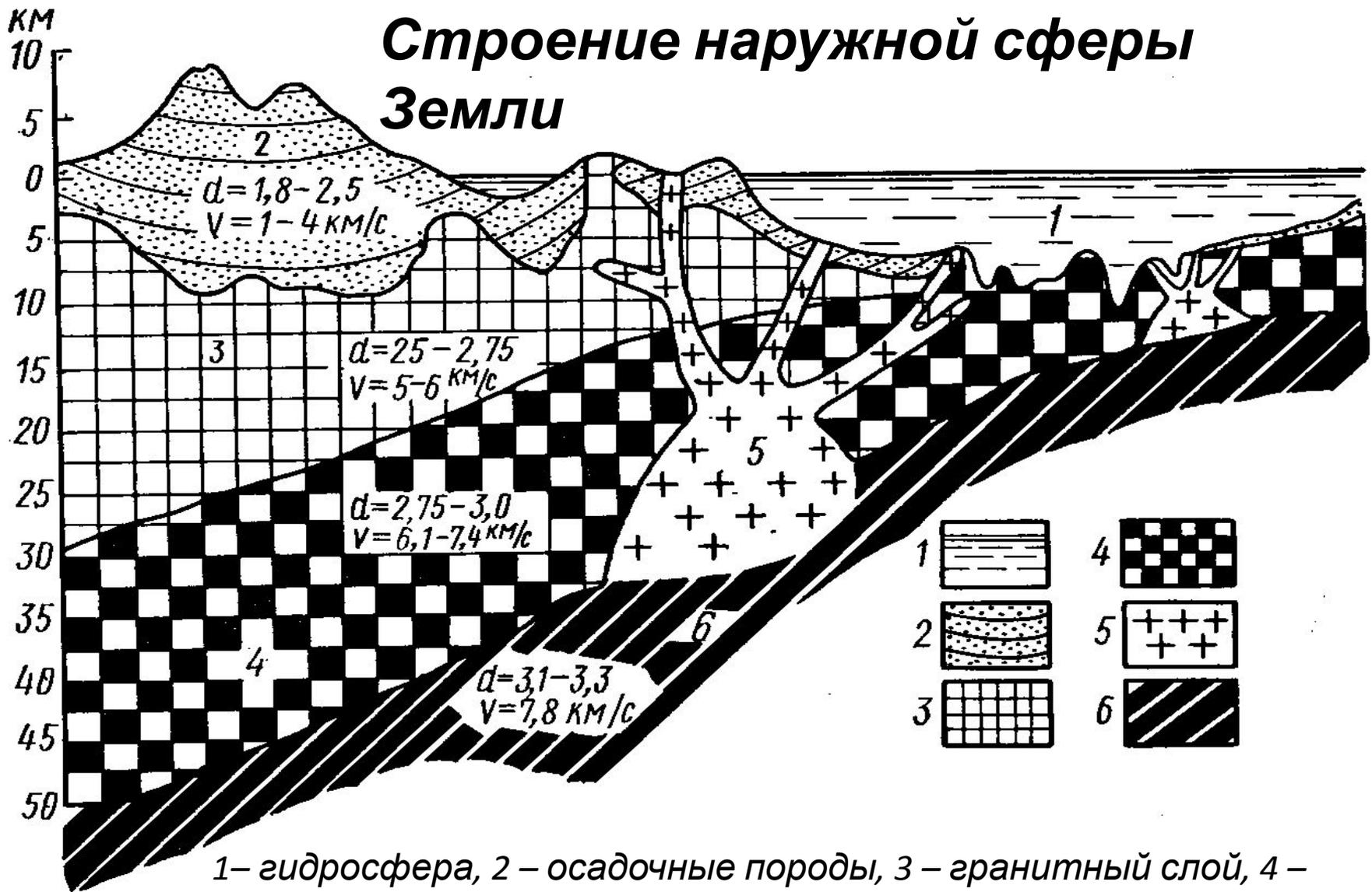


земная кора – до
глубины 50–70 км;
**промежуточная
оболочка, или
мантия Земли**, – до
глубины 2900 км;
земное ядро,
подразделяемое на
внутреннее и
внешнее, – от 2900 до
6380 км

Строение Земли

*А – земная кора; Б – верхняя мантия; В –
мантия; Г – внешнее ядро; Д – внутреннее
ядро*

Строение наружной сферы Земли



Осадочный слой, а иногда и **гранитный**, снаружи покрыт слоем почвы. Почвенный покров имеет ничтожную мощность: от 30 (зона тундры) до 160 см (зона черноземов).

Первые два слоя имеют прерывистое залегание. **Осадочный слой** изучен неплохо, гранитный – слабее; «базальтовый» слой еще не исследован совсем.

Гранитный слой образован плотными породами – гнейсами, габбро, различными сланцами; **Базальтовый слой** – очень плотными породами магматического и метаморфического происхождения. Граница между осадочным чехлом и гранитным слоем четкая, между гранитным и «базальтовым» – нечеткая.

Вековые колебательные движения имеют большое значение в жизни человечества.

Постепенное повышение уровня суши меняет топографическую, гидрологическую, геохимическую обстановку почвообразования, приводит к усилению процессов эрозии, выщелачивания, появлению новых форм рельефа.

Опускание суши ведет к накоплению механических, химических, биогенных осадков, заболачиванию местности.

Процесс образования горных пород

