

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ВЫСШАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА ЕГ

Кафедра геологии месторождений нефти и газа

ЕГ



university

Тюменский
Индустриальный
университет

ГЕОЛОГИ Я

Направление 21.03.01

Ст. преподаватель
кафедры ГНГ

«Нефтегазовое дело»
Форма обучения: очная (4 года)
Курсы бакалавриата

Кирилл

Аудиторные занятия: 51 час, из
них

Александрович

Лекционные занятия: 34 часов

Галинский

Практические занятия: 17
часов

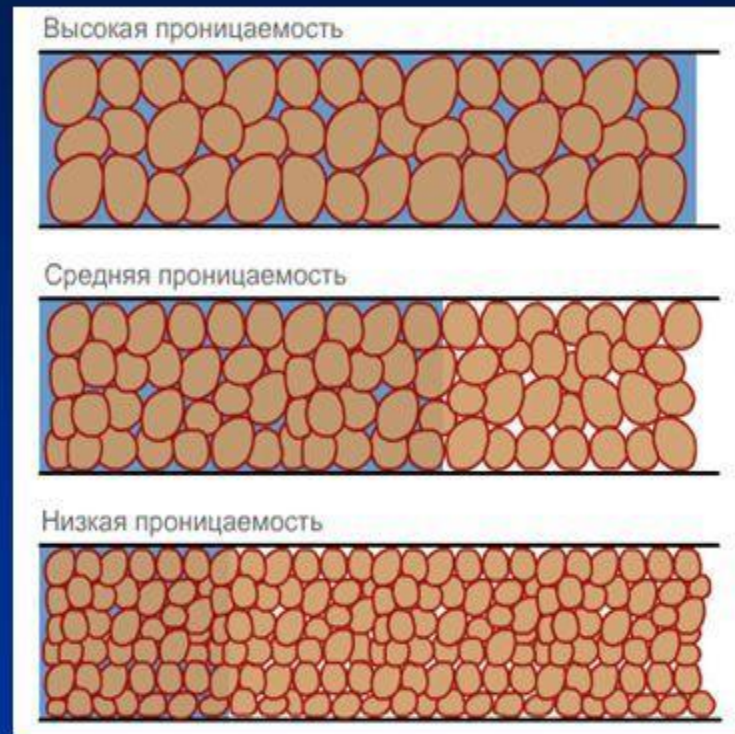
galinskijka@tyuiu.ru

Тюмень-201

Проницаемость горных пород

Проницаемость горных пород - важнейший параметр, характеризующий проводимость коллектора, т.е. способность пород пласта пропускать сквозь себя жидкость и газы при наличии перепада давления.

За единицу проницаемости принимается проницаемость такой пористой среды, при фильтрации через образец которой площадью в 1 м^2 и длиной 1 м , при перепаде давления 1 Па расход жидкости вязкостью $1 \text{ Па}\cdot\text{с}$ составляет $1 \text{ м}^3 / \text{с}$.



В промышленных исследованиях для оценки проницаемости обычно пользуются практической единицей – $\text{мкм}^2 \cdot 10^{-3}$ (микрометр квадратный).

Понятие о коллекторах и водоупорах

ПО ПРОНИЦАЕМОСТИ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ ДЕЛЯТСЯ НА:

- 1. ВОДОПРОНИЦАЕМЫЕ:** ПЕСКИ, ГРАВИЙ, ГАЛЕЧНИКИ, ТРЕЩИНОВАТЫЕ ПЕСЧАНИКИ, ИЗВЕСТНЯКИ, КОНГЛОМЕРАТЫ
- 2. ПОЛУПРОНИЦАЕМЫЕ:** СУПЕСИ, СУГЛИНКИ
- 3. ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫЕ (ВОДОУПОРЫ):** ГЛИНЫ, СУГЛИНКИ ТЯЖЕЛЫЕ, НЕТРЕЩИНОВАТЫЕ СКАЛЬНЫЕ И ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ

Относительно флюидов (нефть, газ, вода) горные породы могут быть:

КОЛЛЕКТОРА- породы, способные вмещать и пропускать через себя флюиды, то есть они обладают пористостью (трещиноватостью) и проницаемостью. Пример-песчаник.

ВОДОУПОРЫ-породы, не способные пропускать через себя флюиды

Коллектора и водоупоры в керне скважин

**Сузунская площадь (Красноярский
край), скважина 25 р**



***Песчаник
биотурбированный***



Аргиллит



**Типичная трансгрессивная последовательность:
отложения барабинской пачки, переходящие в
баженовские аргиллиты (Нюрольская впадина,
Томская область)**

Что такое горная порода?

Горные породы - минеральные агрегаты более или менее постоянного состава и строения, слагающие земную кору в виде геологически самостоятельных единиц - *геологических тел.*



Классификация горных пород

Горные породы

```
graph TD; A[Горные породы] --- B[Осадочные]; A --- C[Магматические]; A --- D[Метаморфические]; B --- B1[Известняки]; B --- B2[Песчаники]; B --- B3[Глины]; B --- B4[Каменная соль]; C --- C1[Граниты]; C --- C2[Базальты]; D --- D1[Мрамор]; D --- D2[Глинистые сланцы];
```

Осадочные

Известняки

Песчаники

Глины

Каменная соль

Магматические

Граниты

Базальты

Метаморфические

Мрамор

Глинистые сланцы

Главные типы горных пород

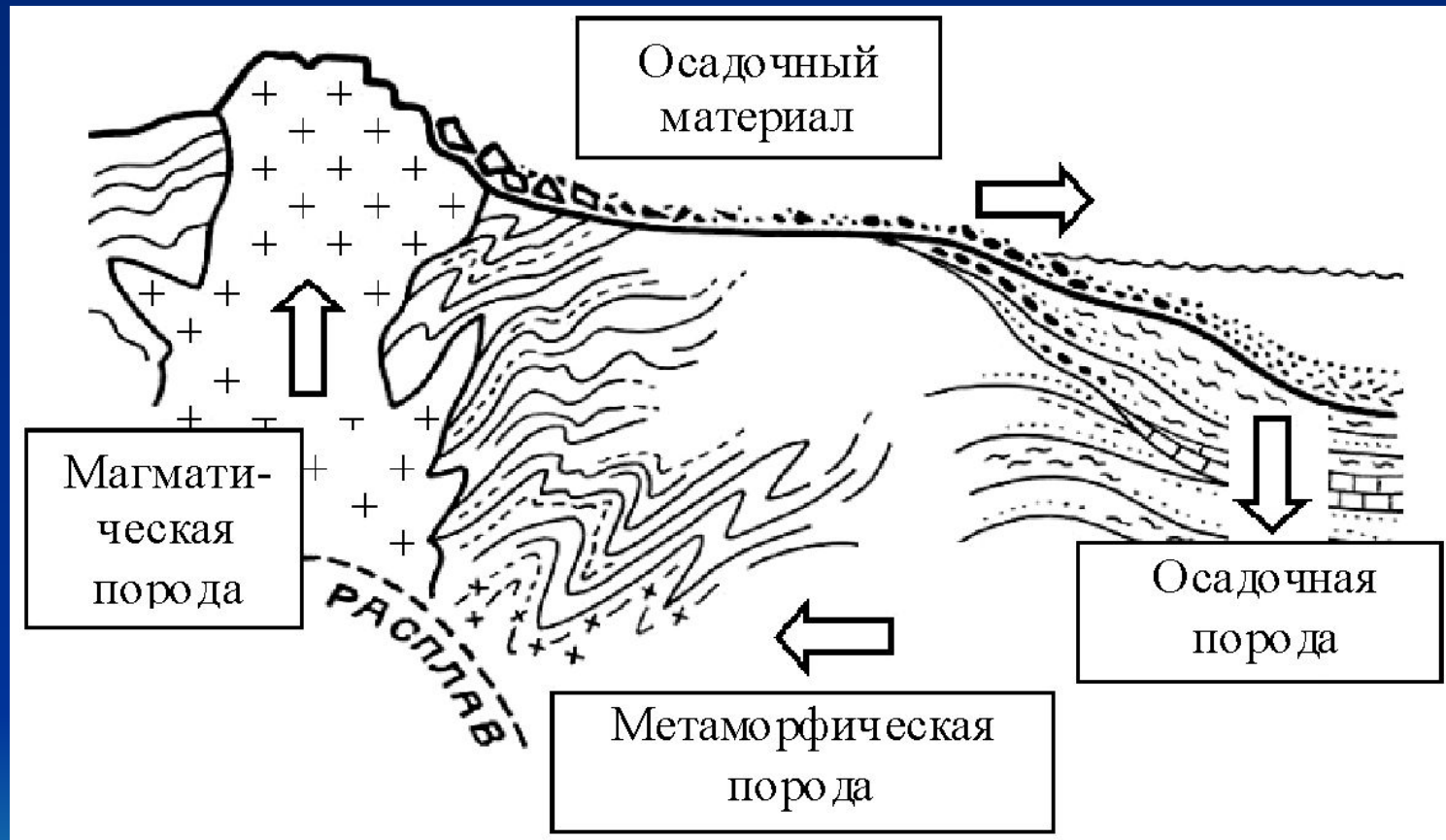


Рис. 1. Круговорот вещества в процессе образования магматических, осадочных и метаморфических пород

Минералы в горных породах

- **Породообразующие** – составляют в сумме 80-95% всей породы (бывают главные и второстепенные);
- **Акцессорные (примесные)** – менее 1%, но концентрируют редкие элементы;
- **Вторичные минералы** (в магматических породах) – гидротермальные минералы, замещающие первично-магматические

Магматические горные породы

Как образуются магматические горные породы?

Si, Al, O, Fe, Mg, Mn, Ca, Na, K

550 – 1900°C

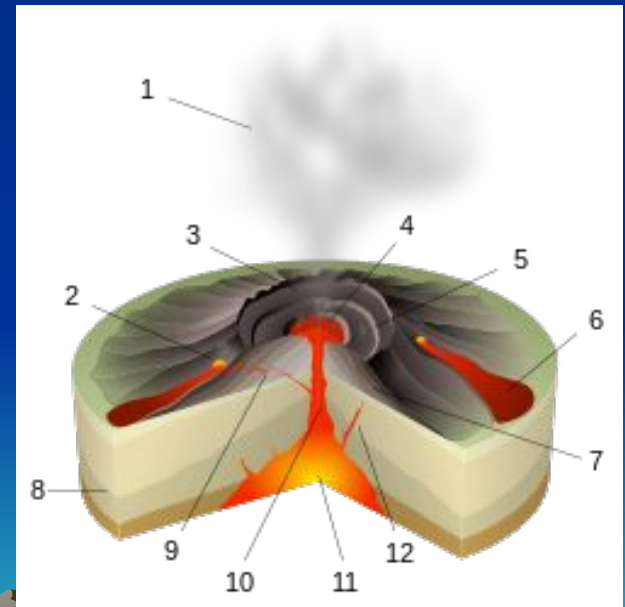
H₂O, CO₂, HCl, HF, H₂S, SO₂, CH₄

Вулканизм

- Извержение вулкана – выход на поверхность магмы (лавы) и вулканических газов
- В зависимости от физических свойств магмы вулканы извергаются по-разному;
- Выделяют
 - Исландский и Гавайский тип извержений;
 - Стромболианский тип извержений;
 - Плинианский (везувианский) тип извержений;
 - Пелейский тип извержений

Вулканы гавайского типа

- Жидкая магма, бедная кремнеземом;
- Образуются протяженные лавовые потоки (до десятков километров);





Извержение гавайского вулкана, 1983 г.
(www.summitpost.org)

Стромболианский тип

- Более насыщенная газом магма по сравнению с гавайским типом;
- Из жерла выбрасываются капли лавы и куски частично застывшего расплава (вулканические бомбы, лаппили)





Извержение вулкана Стромболи (Средиземное море)

www.decadevolcano.net

Плинианский (везувианский) тип

- Связан с лавами, богатыми летучими компонентами (содержание SiO_2 может быть разным);
- Выбрасывается большое количество мелких застывающих капель лавы – вулканического пепла;
- Столб вулканических газов достигает высоты 10-100 км;
- Пирокластические и грязевые потоки.

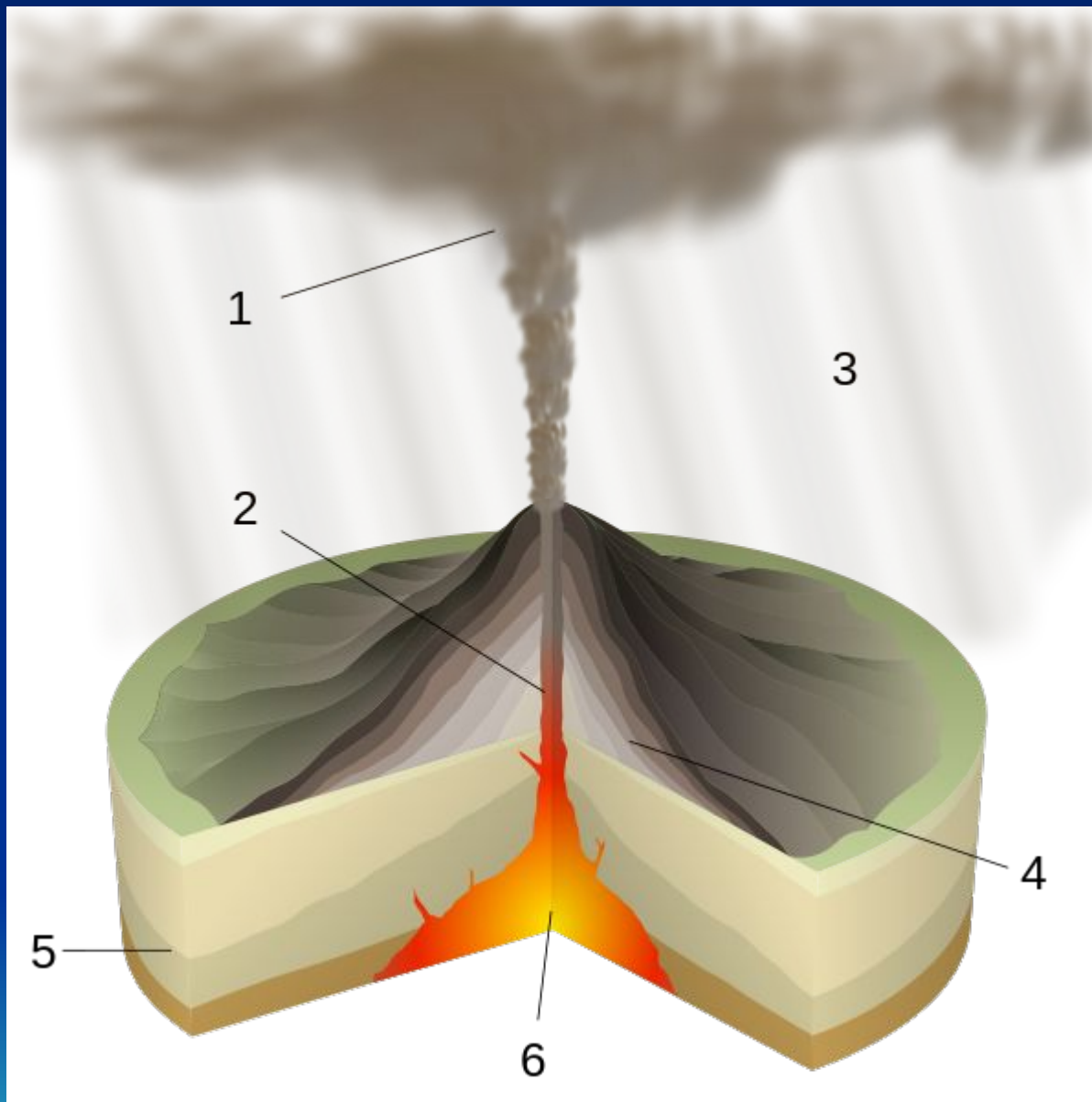


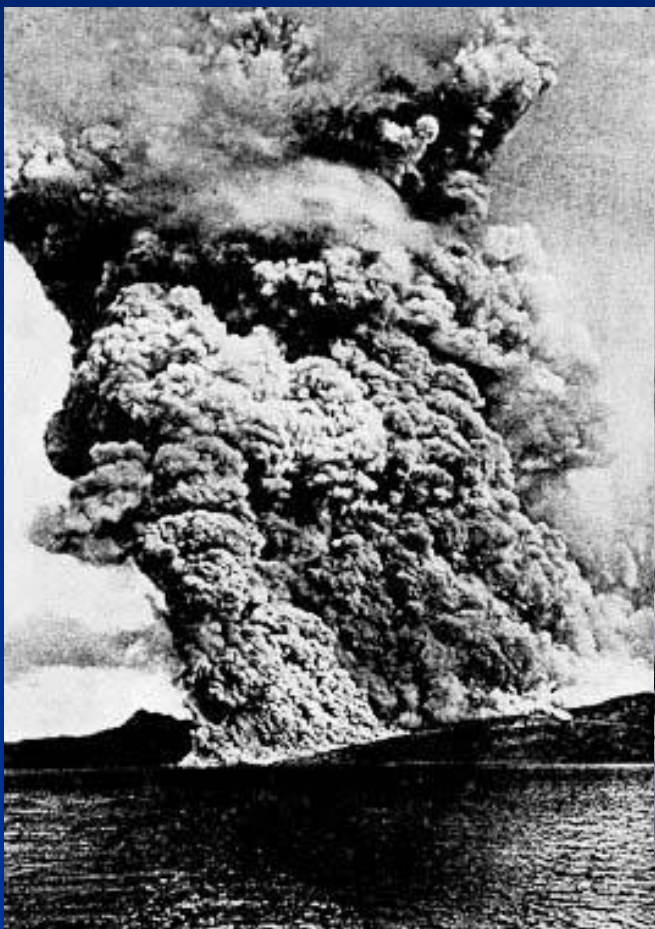
Схема извержения плинианского типа



Извержение вулкана Пинатубо (Филлипины), 1991 г.

Пелейский тип

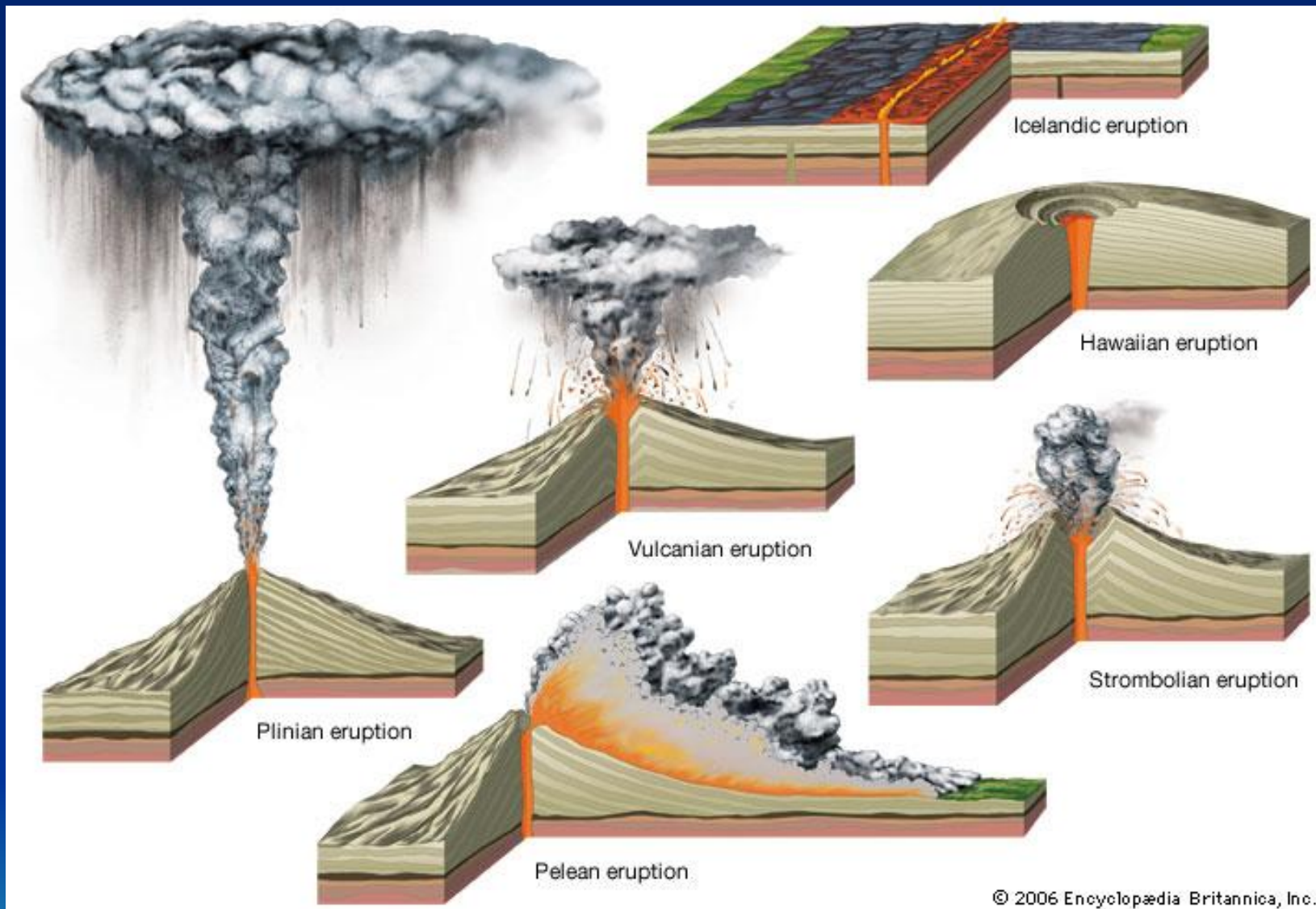
- Наиболее вязкая лава (много SiO_2);
- Образуются раскаленные газопепловые лавины («палящие тучи») с температурой 400-800°C;
- Магма застывает до выхода из жерла и образует пробку, которая выжимается в виде монолитного обелиска;



Извержение вулкана Мон-Пеле на острове Мартиника
(1902 г.)



Лавовая пробка на вершине вулкана Мон-Пеле
(375 м в высоту) и современный вид горы



Сравнение разных типов извержений

Крупнейшие извержения за историю человечества

- 2,1 млн. лет назад – Йеллоустонский супервулкан
- 69-77 тыс. лет назад – вулкан Тоба (о. Суматра)
- Ок. 1628 г. до н.э. – Мinoйское извержение (вулк. Санторин, Эгейское море)
- 180 г. н.э. – вулкан Таупо (Новая Зеландия)

Крупнейшие извержения за историю человечества

- 535-536 г. – вулканы Кракатау и Тавурвур (Индонезия)
- 969 г. - вулкан Пэктусан (Китай)
- 1600 г. – вулкан Уайнапутина (Перу)
- 1783 г. – вулкан Лаки (Исландия)
- 1815 г. – вулкан Тамбора (Индонезия)
- 1885 г. - вулкан Каракатау (Индонезия)
- 1991 г. – вулкан Пинатубо (Филлипины)

Магматические горные породы

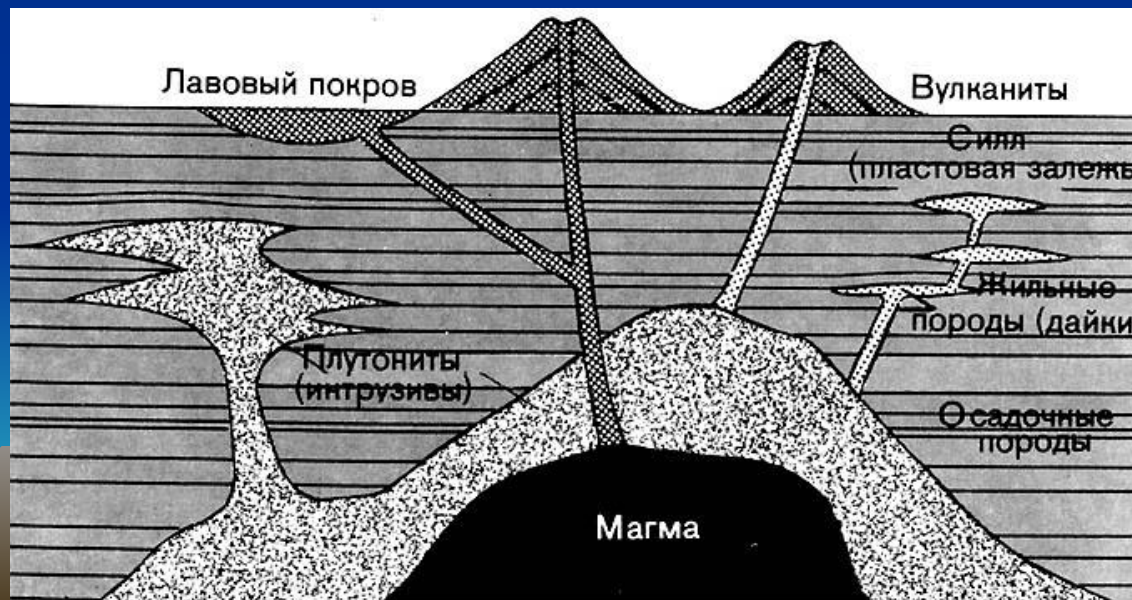
Принципы классификации магматических пород

1. Условия и формы залегания
2. Химический состав
3. Минеральный состав
4. Структуры и текстуры

Условия и форма залегания



Три **класса** магматических пород



Магматические горные породы

Химический состав

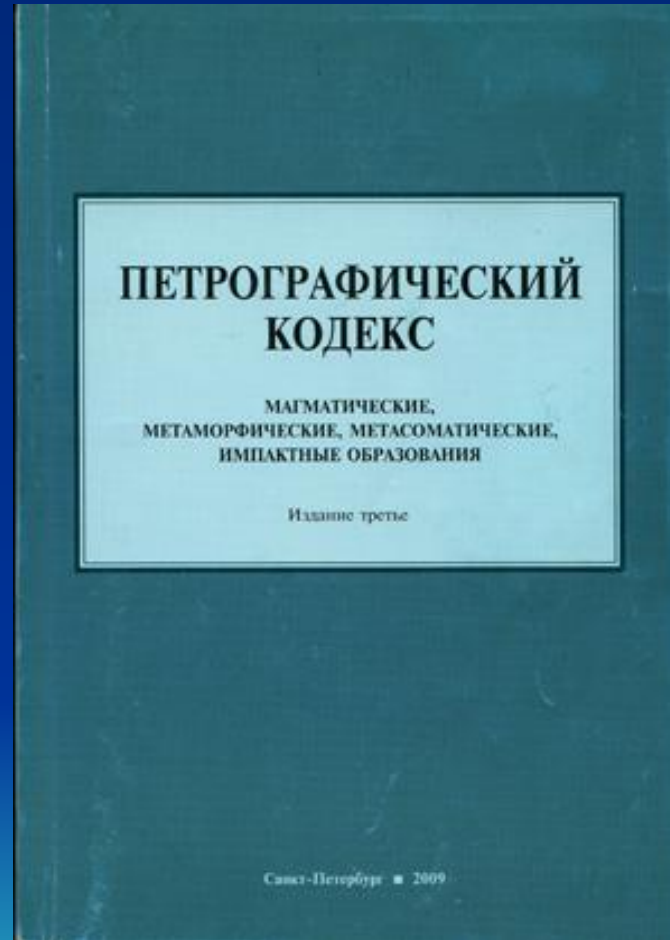
10 петрогенных компонентов

- SiO_2
(«кремнезём»)
- TiO_2
- Al_2O_3
(«глинозём»)
- Fe_2O_3
- FeO
- MnO
- MgO
- CaO («известь»)
- Na_2O
- K_2O
(«Щёлочи»)

Другие компоненты

- **Летучие** компоненты (минерализаторы):
 H_2O , CO_2 , F_2 , Cl_2 , P_2O_5
- **Элементы-примеси** – все остальные химические элементы.

Классификация магматических горных пород



Классификация пород по химическому составу

- По содержанию SiO_2 (группы пород):
 - < 30% - *несиликатные и низкокремниевые*
 - 30 – 45% - **ультраосновные**
 - 45 – 53% - **основные**
 - 53 – 64% - **средние**
 - 64 – 78 % - **кислые**
- Внутри групп – по содержанию щелочей ($\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$): ряды – нормальный, умеренно-щелочной и щелочной.

Семейства и виды

- **Семейство** горных пород – сообщество магматических пород близкого минерального состава, характеризующееся определенными отношениями кремнезема и щелочей;
- **Вид** горной породы – элементарная единица классификации, выделяется внутри семейства по минеральному составу, структуре, особенностям химического состава.

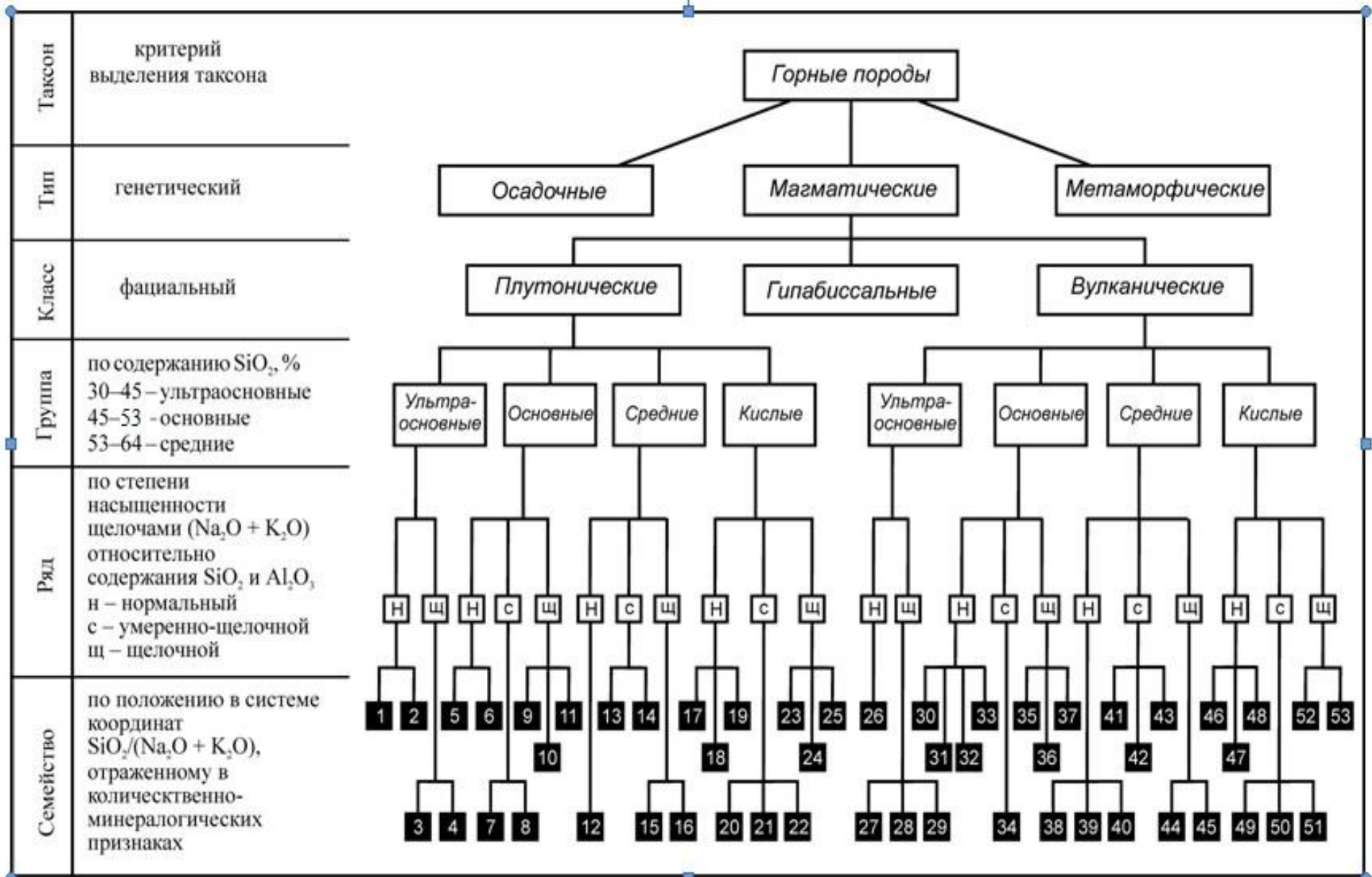


Рис. 1. Схема многоступенчатой систематики магматических горных пород [Петрографический..., 1995]

Пример классификации

- Тип – Магматическая порода;
- Класс – Плутонические (интрузивные);
- Группа – Кислые;
- Ряд – Умеренно-щелочной;
- Семейство – умеренно-щелочные граниты;
- Вид – микроклин-альбитовый гранит;
- *Разновидность* - микроклин-альбитовый гранит топазосодержащий

Пример классификации 2

- Тип – Магматическая порода;
- Класс – Вулканические (эффузивные);
- Группа – Основные;
- Ряд – Нормальной щелочности;
- Семейство – базальты;
- Вид – оливиновый базальт;
- *Разновидность* – оливиновый гиалобазальт

Магматические горные породы

Классификация магматических пород

Принципы классификации

- **На классы** – по условиям образования и залегания (интрузивные, жильные, эффузивные);
- **На группы** – по содержанию SiO_2 (ультраосновные, основные, средние, кислые)
- **На ряды** – по содержанию суммы щелочей ($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$) – нормальной щелочности, умеренно-щелочной (субщелочной) и щелочной

Полезные ископаемые

С гранитами связаны гидротермальные месторождения:

- олово – вольфрам – молибден (пояс месторождений от Чукотки до Индокитая)
- медные и медномолибденовые (Армения)
- золоторудные (Чукотка)
- полиметаллические (Горный Алтай)
- уран и торий
- ниобий и тантал

Полезные ископаемые

Гранитные пегматиты – комплексное сырье:

- полевой шпат – керамическая промышленность;
- слюда – радиотехника и электротехника;
- кварц – оптика и радиотехника
- драгоценные камни: аквамарин, топаз, морион, кунцит (разновидность сподумена), берилл



Гранит как облицовочный камень



Магматические породы нормального ряда

Эфф.	Коматиит	<u>Базальт</u>	Андезит	Риолит Дацит
Жильн.	Пикрит	Долерит	Микродиорит	Гранит-порфир Гранит-аплит Гранит-пегматит
Интр.	Перидотит Дунит	<u>Габбро</u> Анортозит Пироксенит	Диорит	<u>Гранит</u> Грано-диорит
	Ультра-основные	Основные	Средние	Кислые

Полезные ископаемые

- Апатит (фосфаты)
- Магнетит (железо)
- Нефелин (алюминий)
- Редкоземельные элементы
- Поделочный и облицовочный камень

Породы щелочного и субщелочного рядов

Эфф.	Щелочной пикрит	Щелочные базальтоиды	Трахит Фонолит	Комендит
Жильн.	Кимберлит	Щелочные габброиды	Сиенит-порфир	Щелочной гранит-порфир
Интр.	<u>Йолит</u> <u>Уртит</u>	Щелочные габброиды	<u>Сиенит</u> <u>Нефелиновый сиенит</u>	<u>Щелочной гранит</u>
	Ультра-основные	Основные	Средние	Кислые