

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 (1 год)  
Курсы бакалавриата

Кирилл

Аудиторные занятия: 51 час, из  
них

Александрович

Лекционные занятия: 34 часов

Галинский

Практические занятия: 17  
часов

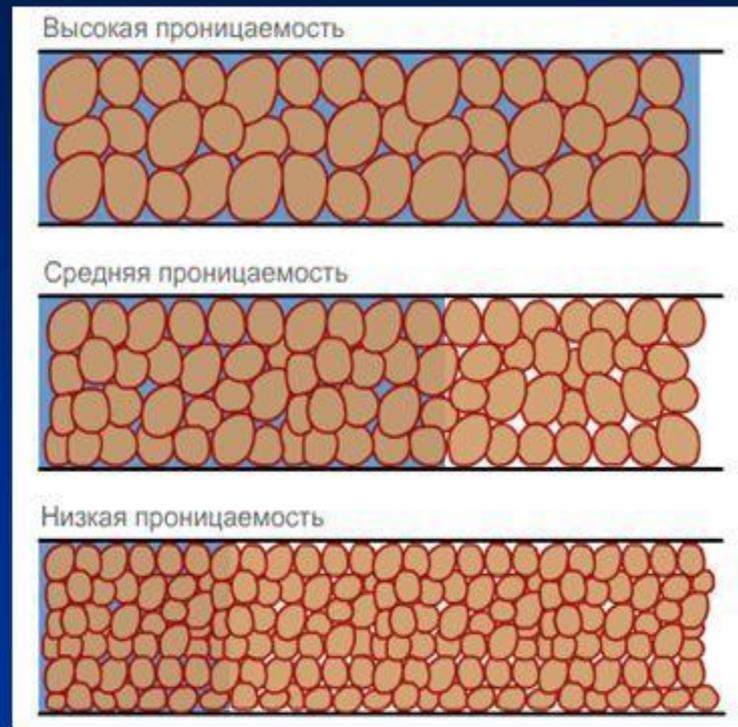
galinskijka@tyuiu.ru

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  $1 \text{ м}^2$  и длиной  $1 \text{ м}$ , при перепаде давления  $1 \text{ Па}$  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

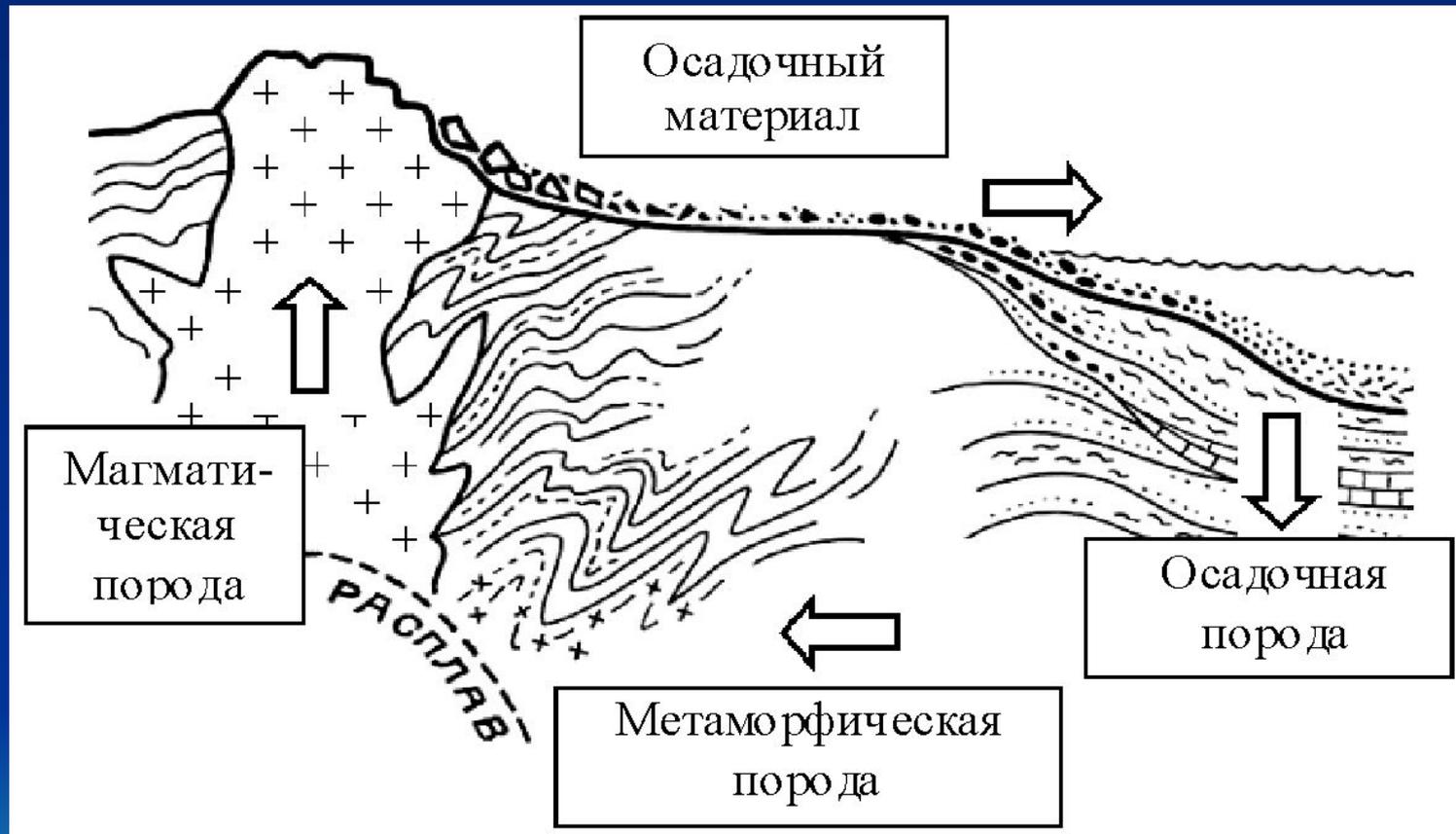


Рис. 1. Круговорот вещества в процессе образования магматических, осадочных и метаморфических пород

# 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

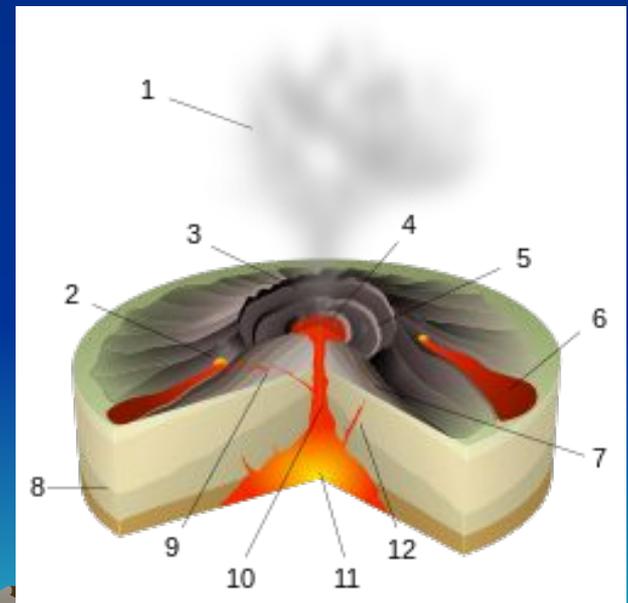
H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, HCl, HF, H<sub>2</sub>S, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>

# 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 (везувийанский) 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](http://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](http://www.decadevolcano.net)

# Плинианский (везувийанский) тип

- Связан с лавами, богатыми летучими компонентами (содержание  $\text{SiO}_2$  может быть разным);
- Выбрасывается большое количество мелких застывающих капель лавы – вулканического пепла;
- Столб вулканических газов достигает высоты 10-100 км;
- Пирокластические и грязевые потоки.

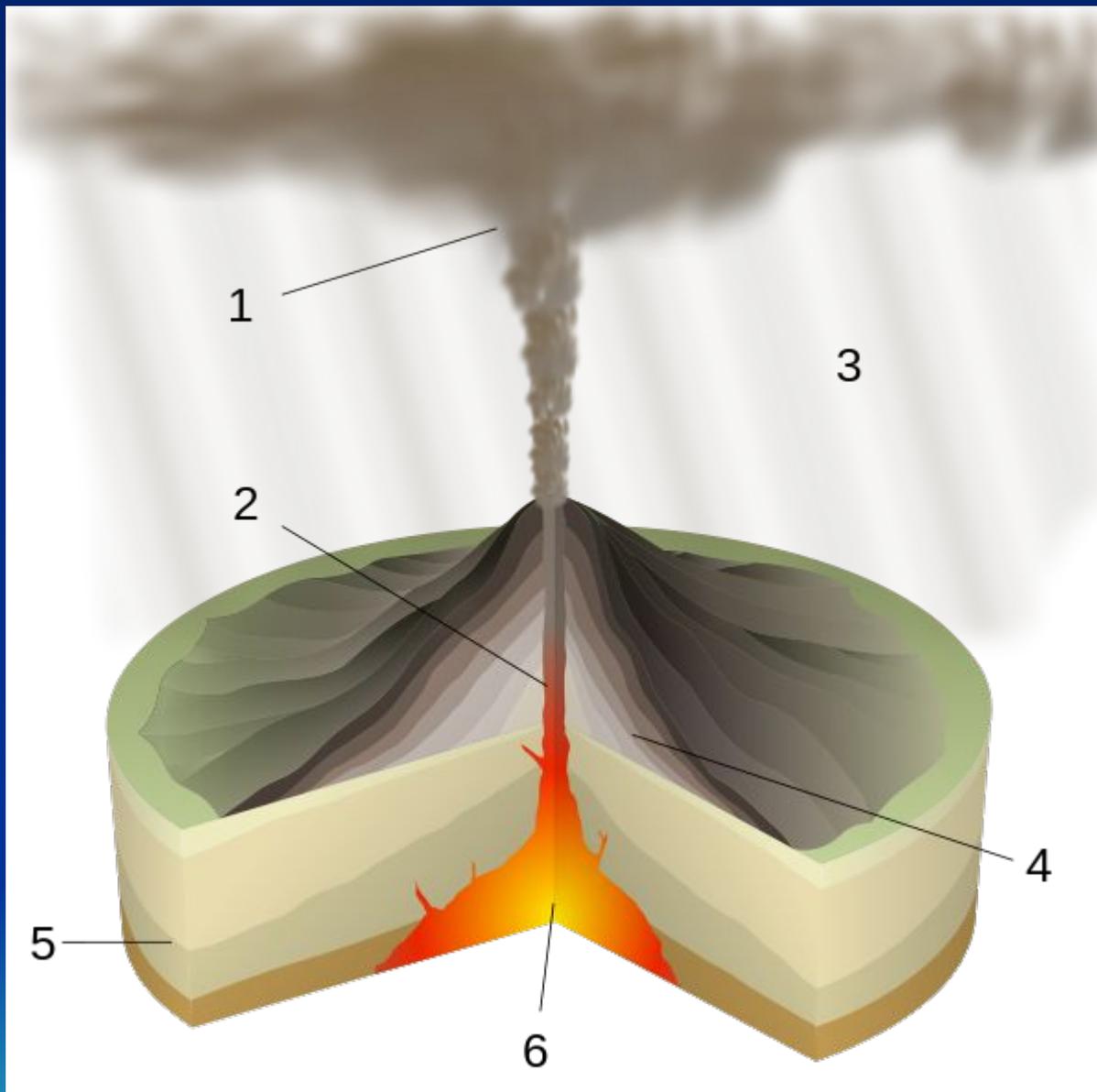


Схема извержения плининанского типа



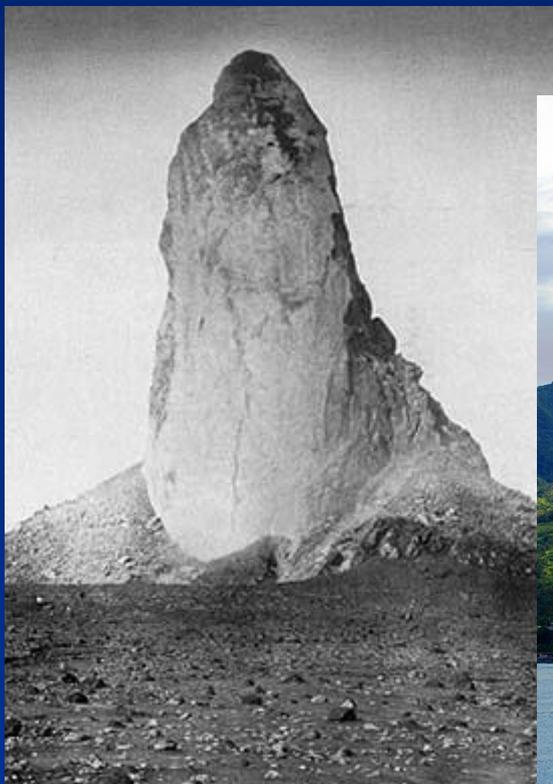
Извержение вулкана Пинатубо (Филлипины), 1991 г.

# Пелейский тип

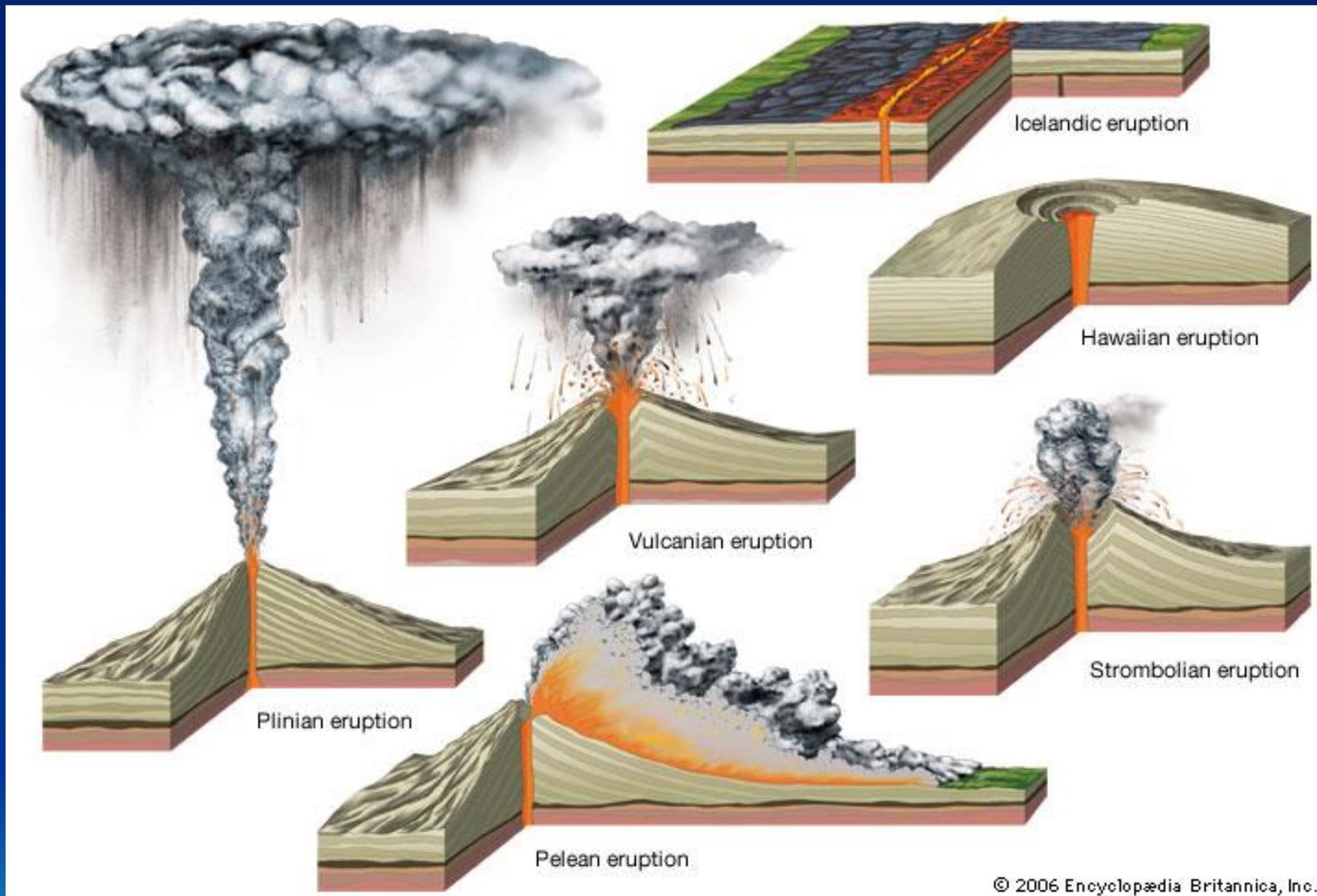
- Наиболее вязкая лава (много  $\text{SiO}_2$ );
- Образуются раскаленные газопепловые лавины («палящие тучи») с температурой 400-800°C;
- Магма застывает до выхода из жерла и образует пробку, которая выжимается в виде монолитного обелиска;



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

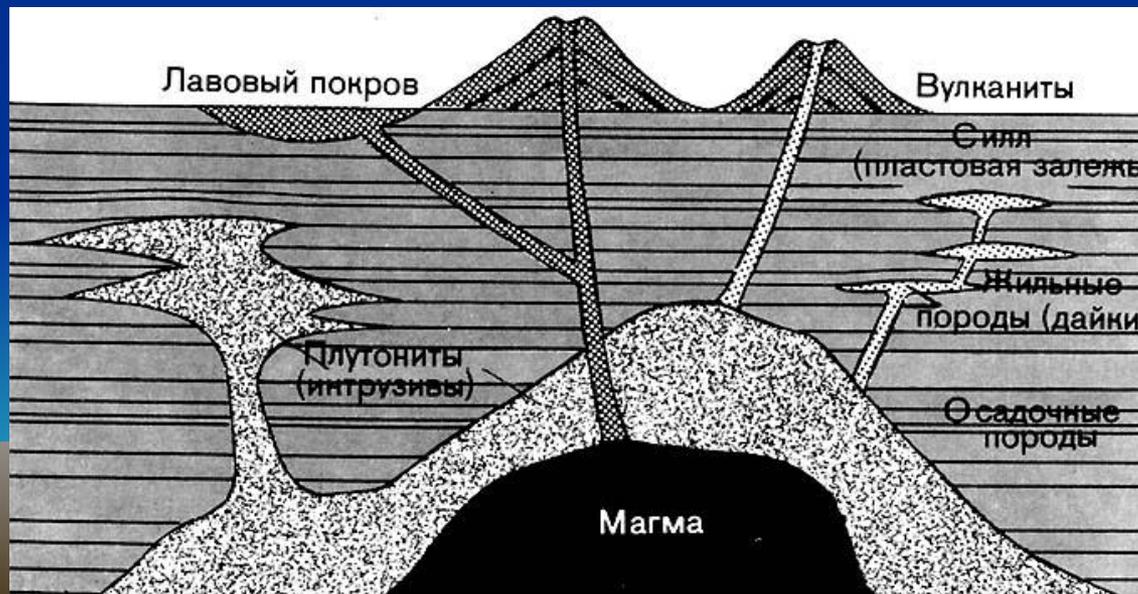
# Принципы классификации магматических пород

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

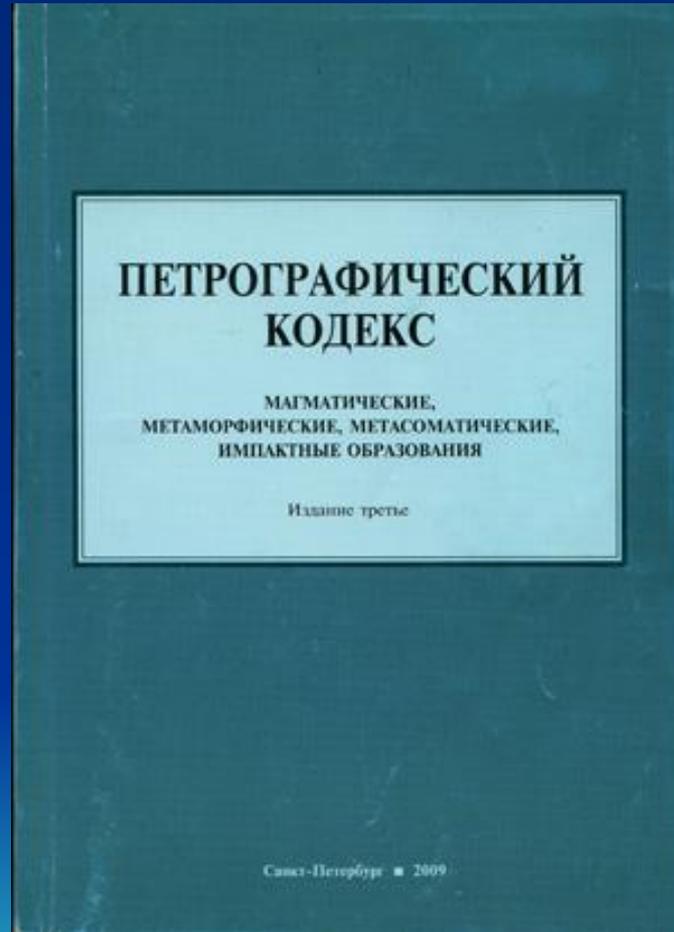
# 10 петрогенных компонентов

- $\text{SiO}_2$   
(«кремнезём»)
- $\text{TiO}_2$
- $\text{Al}_2\text{O}_3$   
(«глинозём»)
- $\text{Fe}_2\text{O}_3$
- $\text{FeO}$
- $\text{MnO}$
- $\text{MgO}$
- $\text{CaO}$  («известь»)
- $\text{Na}_2\text{O}$
- $\text{K}_2\text{O}$   
(«Щёлочи»)

# Другие компоненты

- **Летучие** компоненты (минерализаторы):  
 $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$
- **Элементы-примеси** – все остальные химические элементы.

# Классификация магматических горных пород



# Классификация пород по химическому составу

- По содержанию  $\text{SiO}_2$  (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.

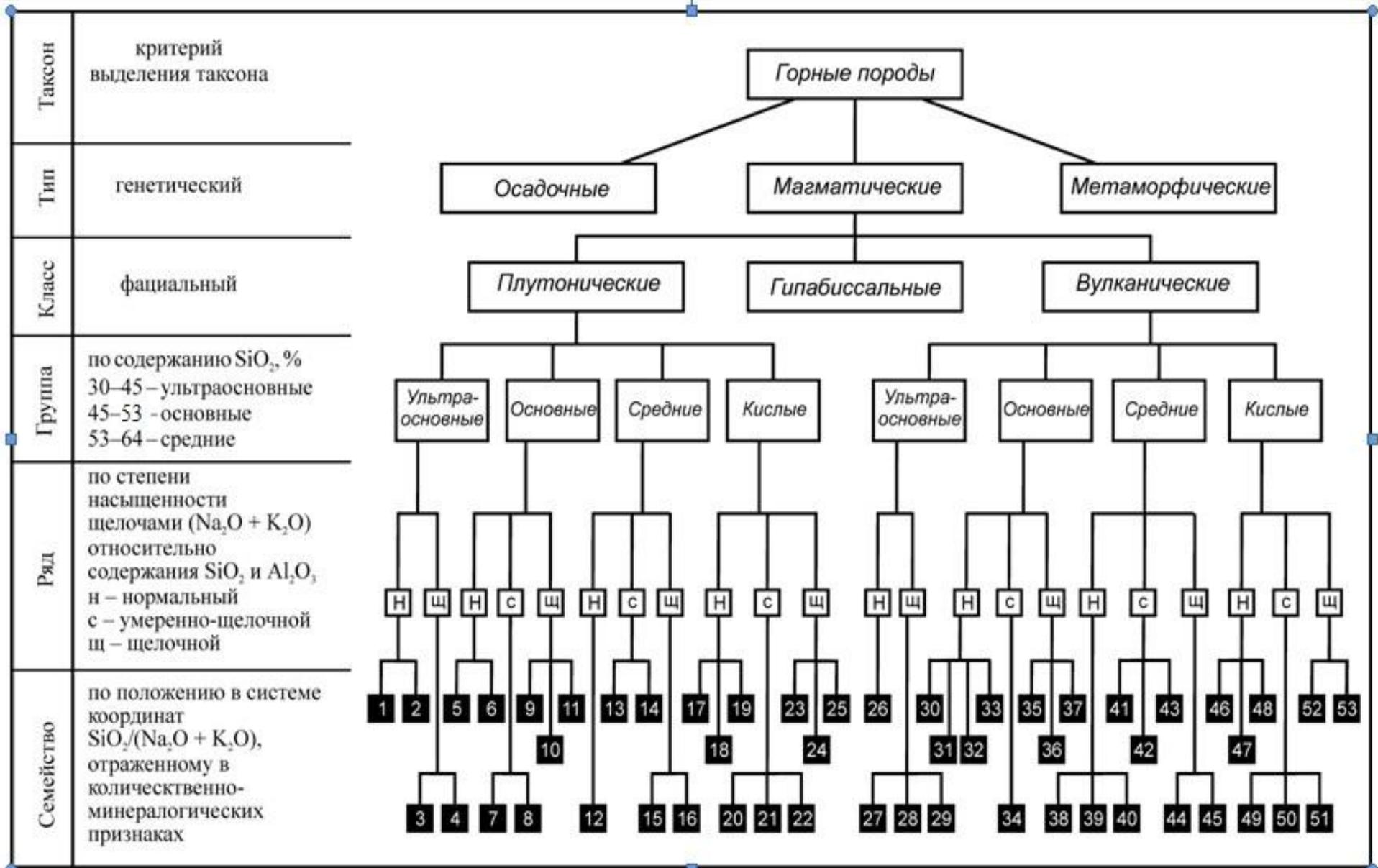


Рис. 1. Схема многоступенчатой систематики магматических горных пород [Петрографический..., 1995]

# 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  $\text{SiO}_2$  (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

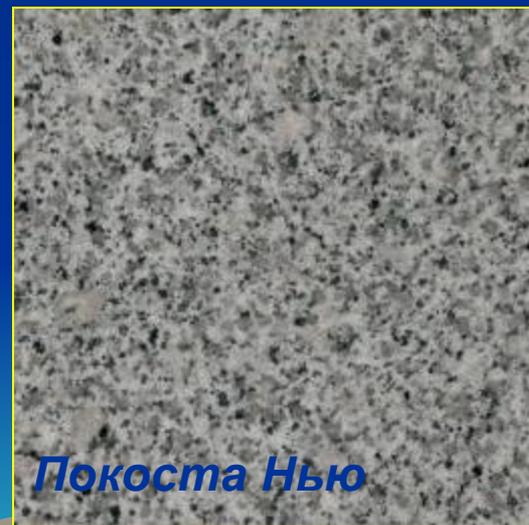
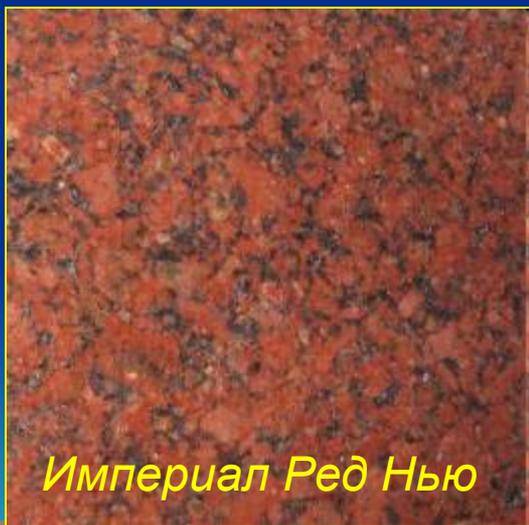
# Полезные ископаемые

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