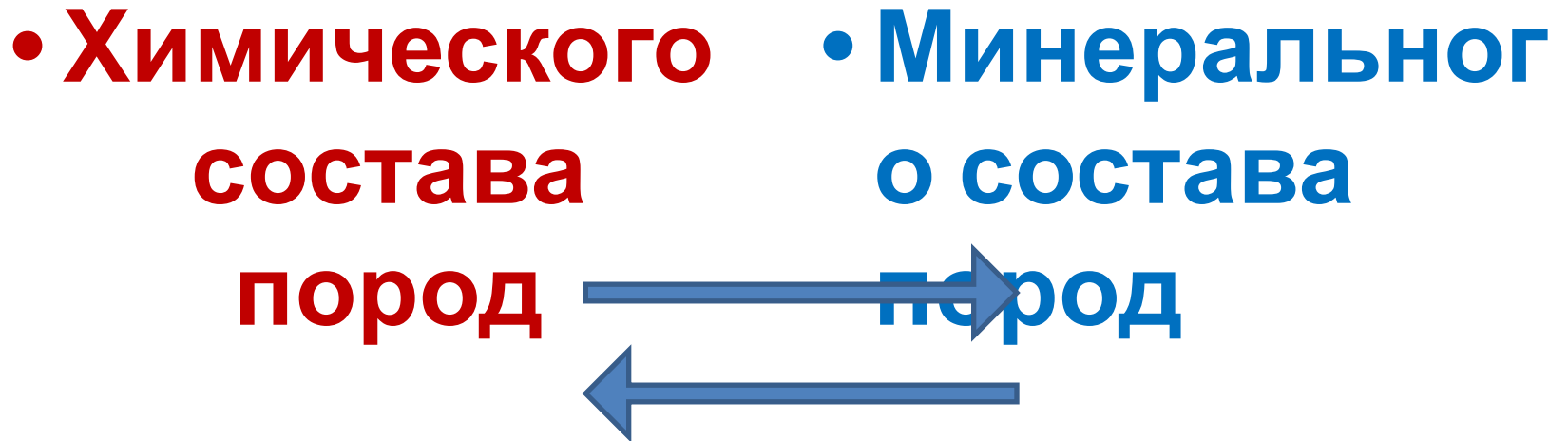


# Вещественный состав магматических горных пород

- Существующие классификации магматических пород построены главным образом с учетом особенностей
- 1) условий образования (глубинные, вулканические),
- 2) структур,
- 3) химического состава и
- 4) их минерального состава.

Вещественны  
и  
состав

# Вещественный состав горных пород можно охарактеризовать с помощью



Они взаимосвязаны, но связь сложная, т.к. варьирует не только набор минералов и их количество, но и состав самих минералов.

- Горные породы слагаются химическими элементами, которые получили название **петрогенных**, тогда как в состав руд входят **рудогенные** элементы.
- В.Гольдшмит (Goldsmidt, 1924) на основе обобщения эмпирических данных по распределению элементов в горных породах и рудах классифицировал элементы на следующие парагенетические группы:
  - сидерофильные** элементы, накапливающиеся совместно с железом в металлической фазе метеоритов - Fe, Co, Ni, Pt и др.;
  - халькофильные** элементы, концентрирующиеся совместно с медью в сульфидных рудах - Cu, Zn, Ag, Hg, Pb, Sb, As и др.;
  - литофильные** элементы, типичные для силикатных горных пород Mg, Al, Si, Na, K и др.;
  - атмофильные** элементы, составляющие атмосферу (благородные газы, азот, кислород и др.).

- Основными компонентами магматических горных пород являются девять (петрогенных) элементов - O, Si, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K, H. Химический состав горных пород можно выразить в виде суммы процентного содержания главных оксидов  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , второстепенных оксидов  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , рудных элементов  $\text{NiO}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Li}_2\text{O}$  и летучих S, Cl, F. Главные оксиды составляют более 98% массы всех магматических горных пород, тогда как второстепенные - около 1.5%, а летучие - около 0.2%.

Element	Wt % Oxide	Atom %
O		60.8
Si	59.3	21.2
Al	15.3	6.4
Fe	7.5	2.2
Ca	6.9	2.6
Mg	4.5	2.4
Na	2.8	1.9

Abundance of the  
elements  
in the Earth's crust

Table 8-3. Chemical analyses of some representative igneous rocks

	Peridotite	Basalt	Andesite	Rhyolite	Phonolite
SiO <sub>2</sub>	42.26	49.20	57.94	72.82	56.19
TiO <sub>2</sub>	0.63	1.84	0.87	0.28	0.62
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.23	15.74	17.02	13.27	19.04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.61	3.79	3.27	1.48	2.79
FeO	6.58	7.13	4.04	1.11	2.03
MnO	0.41	0.20	0.14	0.06	0.17
MgO	31.24	6.73	3.33	0.39	1.07
CaO	5.05	9.47	6.79	1.14	2.72
Na <sub>2</sub> O	0.49	2.91	3.48	3.55	7.79
K <sub>2</sub> O	0.34	1.10	1.62	4.30	5.24
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	3.91	0.95	0.83	1.10	1.57
Total	98.75	99.06	99.3	99.50	99.23

**Кольский научный центр РАН**  
**ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО**  
**ИНСТИТУТА**

№ \_\_\_\_\_

1. № и название образца (минерал, порода, руда и т.д.) **8/ 4,9 норит мезократовый среднезернистый**

2. Место взятия образца (район, месторождение, выработка) **Мончегорский район, участок Нюд, восточный склон**

3. Геологическая обстановка: из пегматитовой жилы, контакта и проч.; чисто отобранный минерал, штуфной образец, средняя проба и др. **штуфная проба**

4. Требуемые определения: SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, MnO, MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O, K<sub>2</sub>O, H<sub>2</sub>O-, H<sub>2</sub>O+ (п.п.п.), Ni, Cu, Co, Собщ. , CO<sub>2</sub>, F, Cl, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. \_\_\_\_\_

---

5. Из материалов Рундквист Т.

В. \_\_\_\_\_

«18» апреля 2012 г. Подпись



Химического			Спектрального		
SiO <sub>2</sub>					
TiO <sub>2</sub>					
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>					
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>					
FeO					
MnO					
MgO					
CaO					
Na <sub>2</sub> O					
K <sub>2</sub> O					
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>					
п.п.п.					
F					
Cl					
S <sub>общ.</sub>					
Ni					
Cu					
Co					
CO <sub>2</sub>					
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>					
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>					
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>					

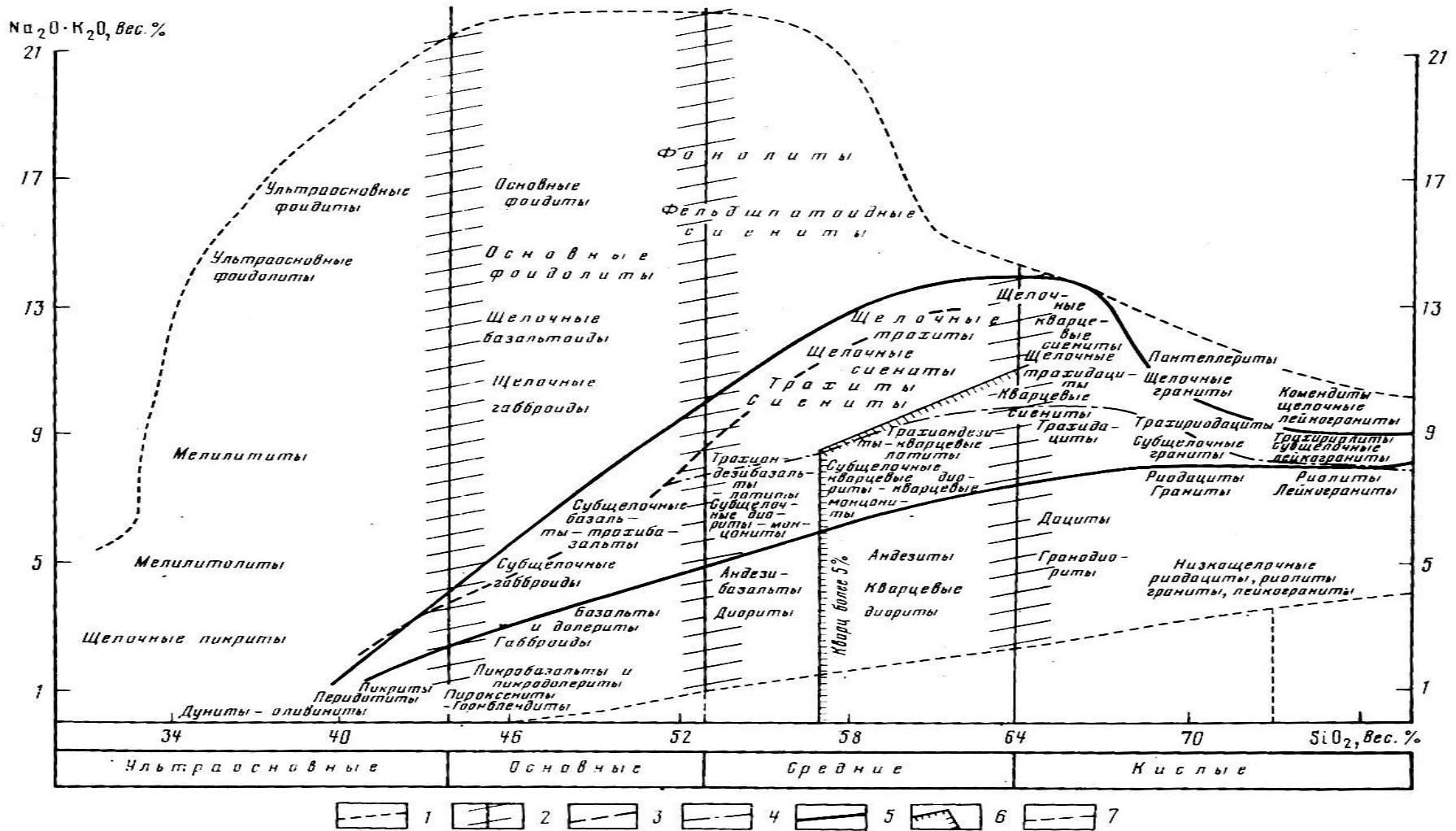
Сумма как  
правило должна  
быть в ЭТИХ  
пределах:

99% < сумма  
<101%

# Химическая классификация магматических пород

- Главным компонентом магматических пород является кремнезем, поэтому в большинстве классификаций его содержание является основным параметром. По содержанию  $\text{SiO}_2$  (в мас. %) выделяют *группы* ультраосновных (30-45), основных (45-53), средних (53-64) и кислых (64-78) пород. Другим классификационным признаком принято считать суммарное содержание в породе щелочей, количество которых нарастает по мере увеличения содержания кремнезема.

Наиболее популярной является химическая классификация, за основу которой принята диаграмма, построенная в координатах  $\text{SiO}_2$  -  $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$ . Она позволяет единообразно выделять на одной основе интрузивные и эффузивные породы, которые характеризуются разной степенью кристалличности.



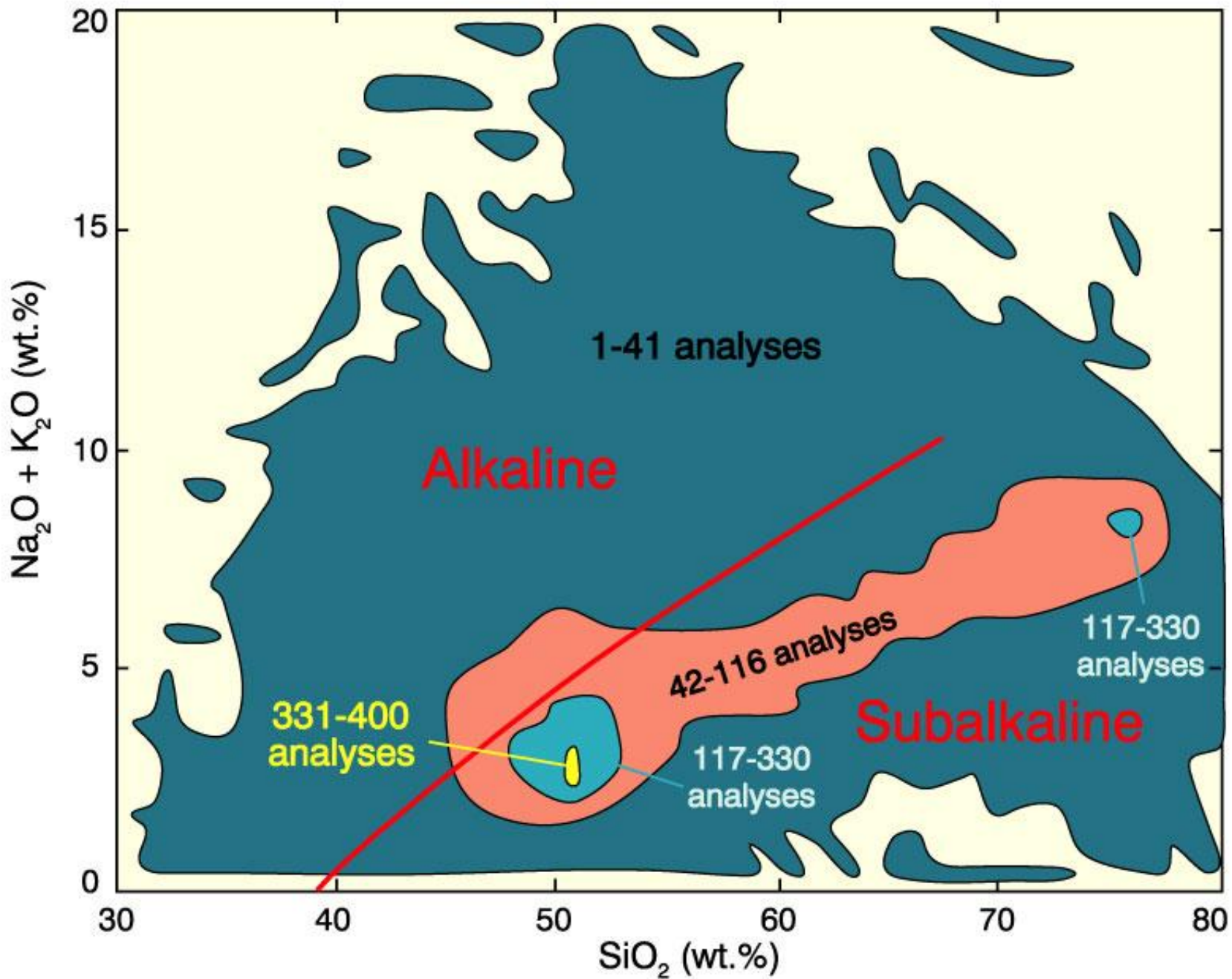
- По соотношению  $\text{SiO}_2$  и  $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$  все магматические породы разделяются на

*три ряда:*

- 1) породы нормальной щелочности,
- 2) породы повышенной щелочности и
- 3) щелочные породы с щелочными темноцветными минералами (без фельдшпатоидов или с ними). В пределах каждого ряда выделяются петрохимические группы пород, различающиеся по содержанию кремнезема.

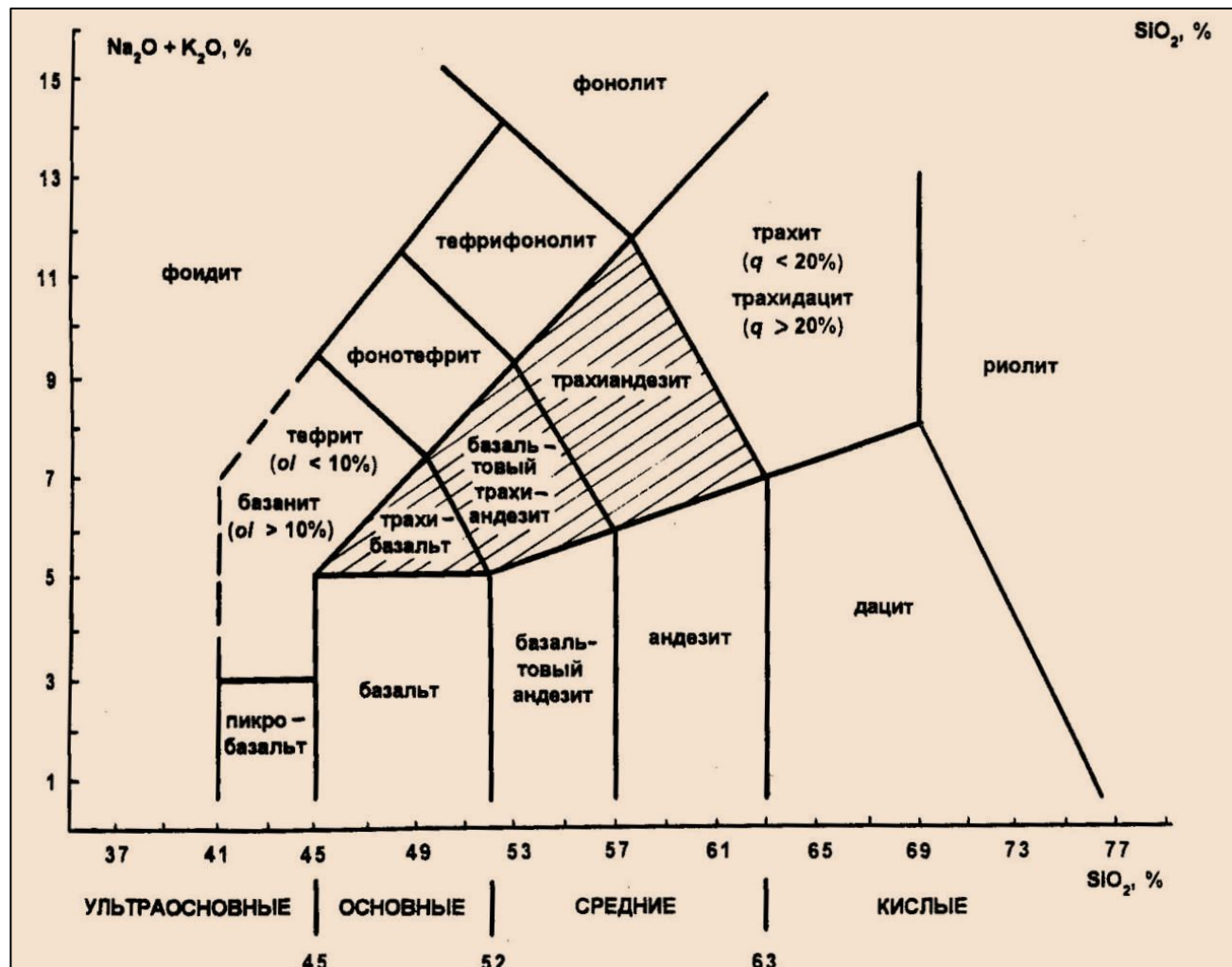


41,000 igneous rock analyses by Le Maitre (1976) *J. Petrol.*, 17, 589-637.



- Породы нормального ряда разделены на следующие *семейства*: дуниты, перидотиты, пироксениты, габбро, диориты, кварцевые диориты, гранодиориты, граниты, и их вулканические аналоги (коматииты, пикриты, базальты, андезибазальты, андезиты, дациты, риолиты).
- К породам повышенной щелочности относятся: амфиболовые и слюдяные перидотиты, меймечиты, субщелочные габбро и трахибазальты, сиениты и трахиты, граносиениты и трахириолиты.
- Ряд щелочных пород включает в себя: якупирангиты, ийолиты, уртиты, нефелиниты, эссекситы, шонкиниты, щелочные граниты, пантеллериты и коматииты.

# Классификация вулканических пород по химическому составу, рекомендованная Международной подкомиссией по систематике изверженных пород (1989), TAS (total alkali-silica) диаграмма





# количественно- минералогическая классификация

- Полнокристаллические магматические образования можно разделить на конкретные *виды пород* и их *разновидности* на основе количественного соотношения реальных (МОДАЛЬНЫХ) породообразующих минералов. **(В объемных %)**. Эти соотношения наносятся на классификационные треугольники, в вершинах которых находятся главные породообразующие минералы, слагающие породы данной группы.

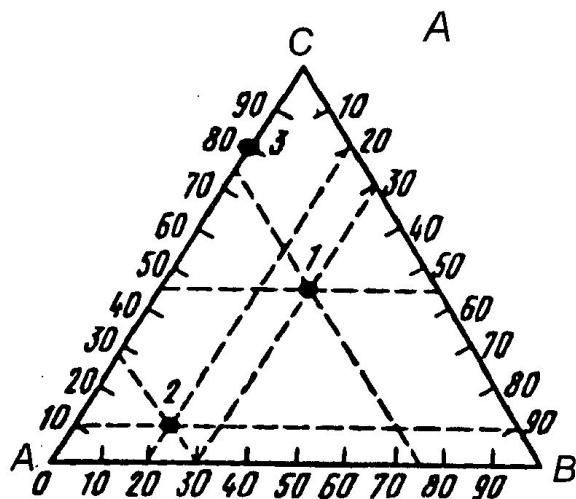
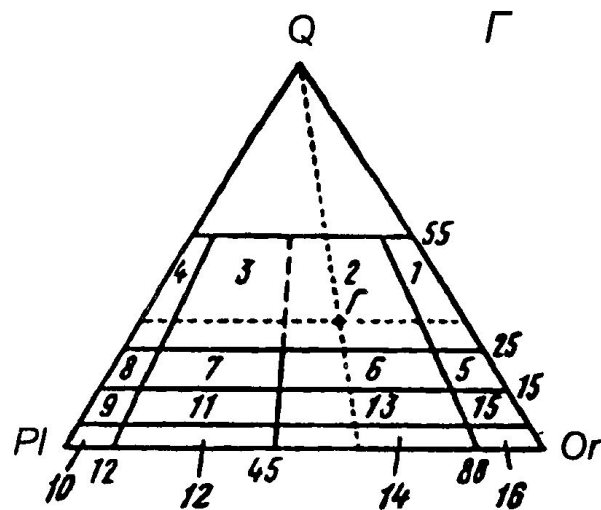
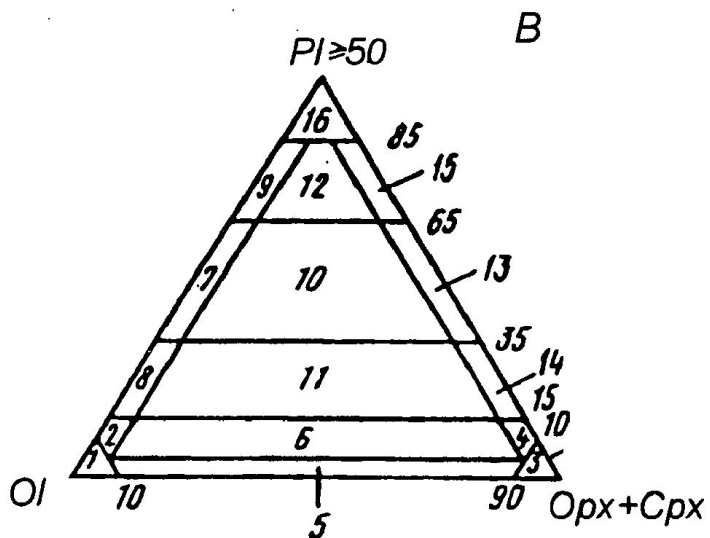
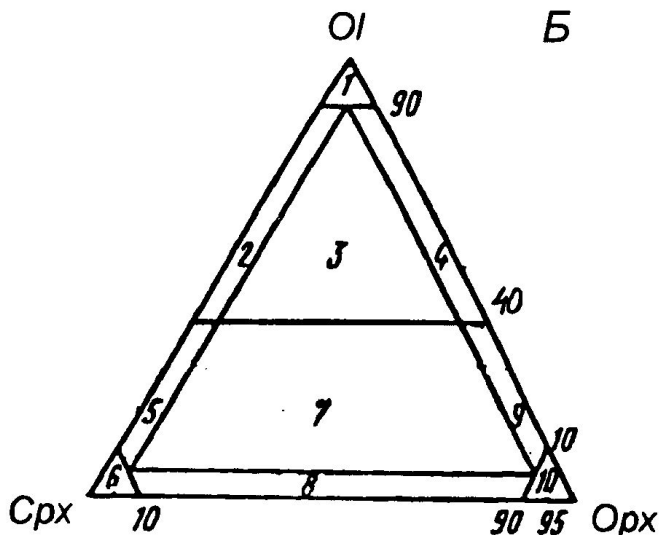
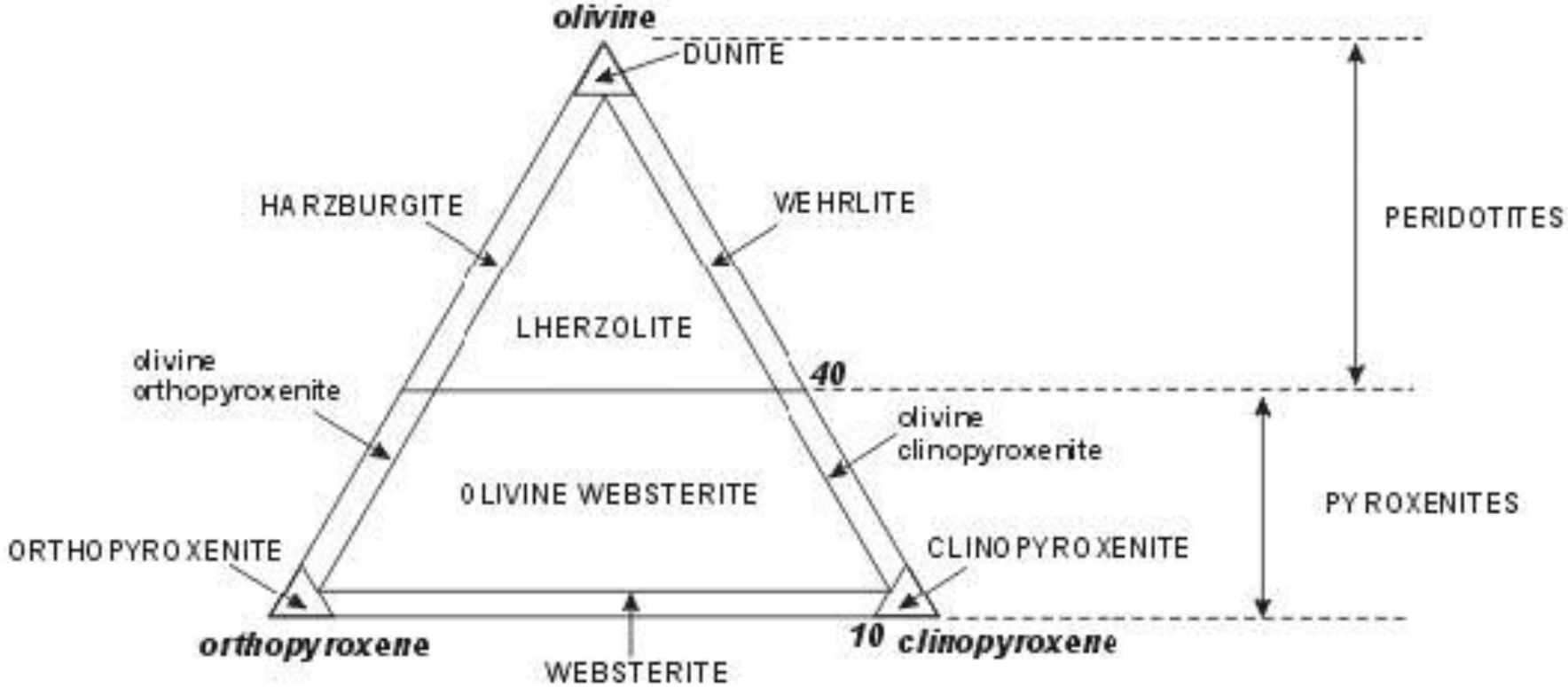


Схема нанесения составов.  
 Точки соответствуют следующим  
 составам, в %: 1 - 25 А, 30 В, 45 С;  
 2 - 70 А, 20 В, 10 С; 3 - 20 А, 80 С

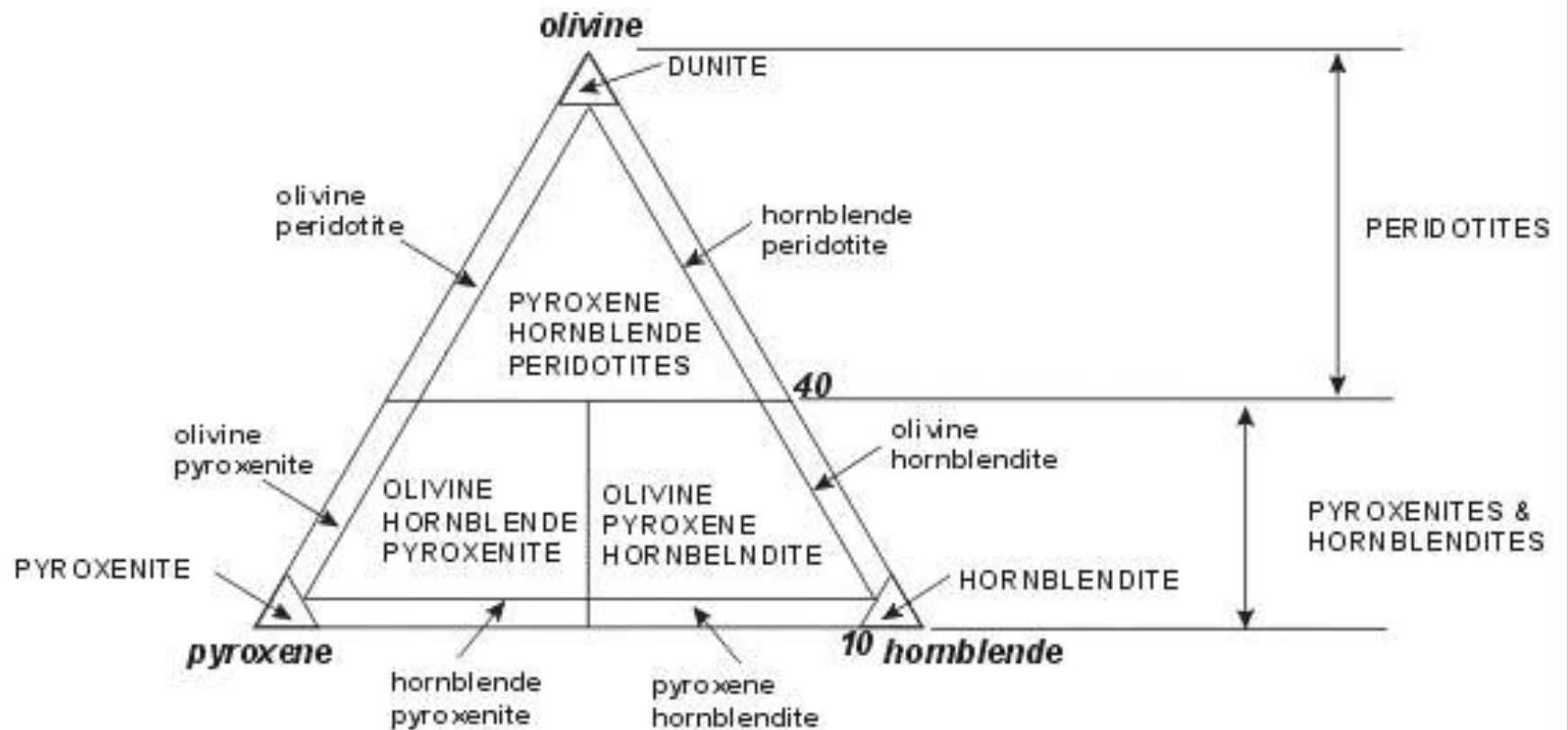


- *Ультраосновные породы* сложены оливином (*OI*), клинопироксеном (*CPx*) и ортопироксеном (*Orx*). Поэтому эти минералы и располагаются в вершинах треугольника. Выделяются дуниты (1 - дунит, оливинит), перидотиты (4 - гарцбургит, 3 - лерцолит, 2 - верлит), пироксениты (10 - ортопироксенит, 8 - вебстерит, 6 – клинопироксенит, 9, 7, 5 - оливиновые их разновидности). Граница между пироксенитами и перидотитами проведена по линии 40% модального оливина.

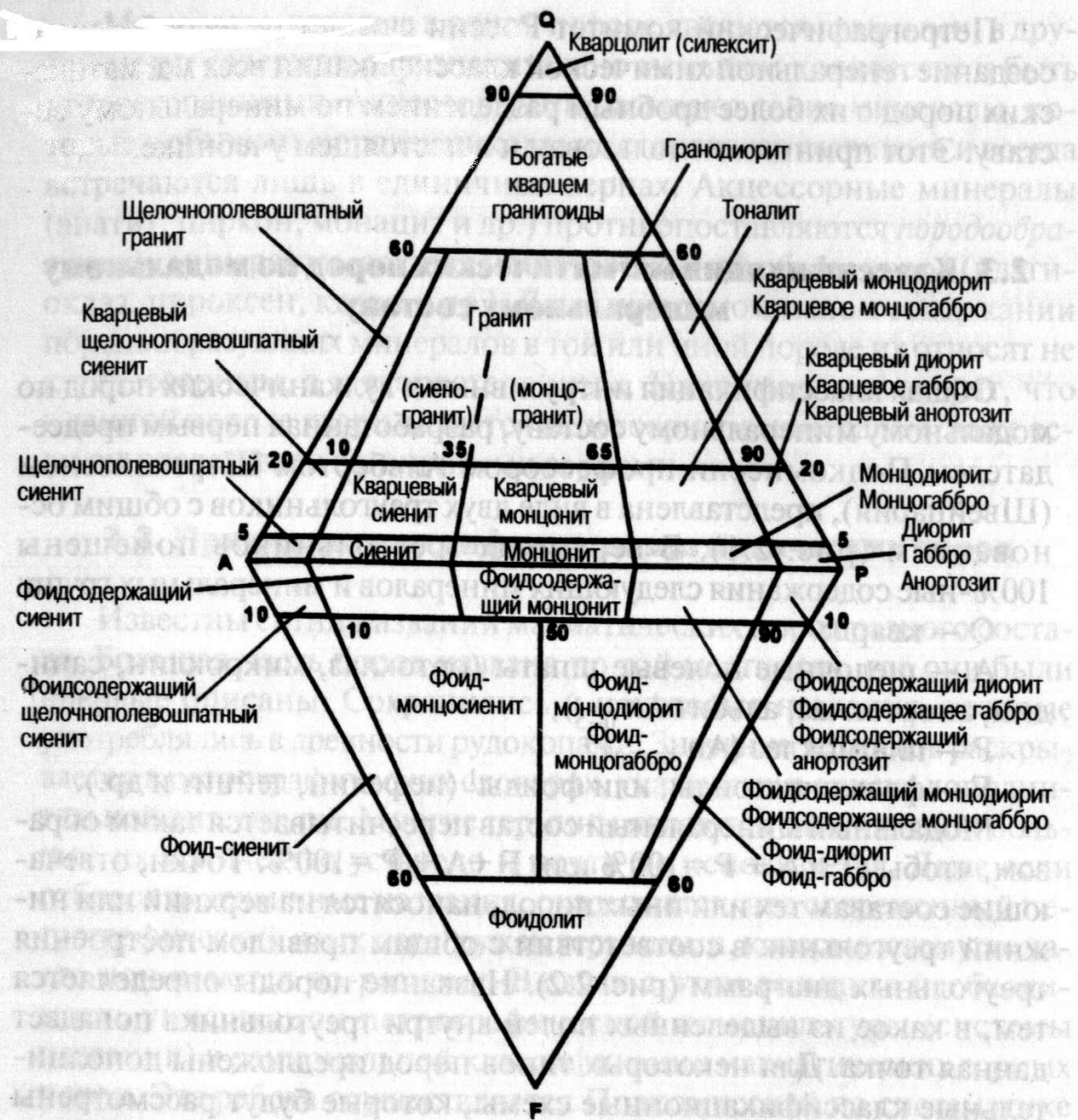
# Nomenclature of ultramafic rocks



## Nomenclature of ultramafic rocks containing hornblende







Классификация магматических пород по минеральному составу, рекомендованная Международной подкомиссией по систематике изверженных пород [1997]

# Особенности классификаций вулканических пород

- Большая часть вулканических пород имеют неполнокристаллические или стекловатые структуры и поэтому определение их по количественно-минеральному составу не всегда возможно. При их изучении важную роль играет наличие или отсутствие фенокристаллов, структура и качественный состав основной массы, а также химический состав всей породы и основной массы в частности.



- К косвенным признакам, помогающим классифицировать вулканические породы, является их структура, которая дает важную информацию об их составе. Например, сферолитовая структура основной массы свидетельствует о ее кислом составе; офитовые и интерсертальные структуры являются типичными для основных пород; спинифекс-структуры преимущественно развиты в ультраосновных вулканитах.
- О составе стекла можно часто судить по продуктам его разложения: кварц-полевошпатовый характерен для кислого стекла, а хлорит-эпидот-альбитовый - для стекла основного состава.

- Вулканические породы разделяются также на **кайнотипные** и **палеотипные** разновидности в зависимости от своей сохранности. Первые вне зависимости от своего геологического возраста отличаются свежестью и сохранностью вулканического стекла, тогда как для вторых характерно изменение стекла и минералов.

- **Вулкано-обломочные породы** имеют состав близкий к вулканическим и поэтому они также могут разделяться по химическому составу.
- Дальнейшее разделение вулкано-обломочных пород происходит по характеру цемента: а) *лавовые брекчии* имеют лавовый цемент; б) *пирокластические породы* состоят из пеплового материала или обломков, выброшенных во время землетрясения, и пеплового материала.
- Одной из разновидностей пирокластических пород является *тефра*, сложенная из пепловых частиц. При консолидации пепловых частиц образуется *туф*.

- ***Вулканогенно-осадочные породы*** представляют собою породы со значительным количеством осадочного материала (более 50%). При меньшем количестве осадочного материала (менее 50%) мы имеем дело с *туффитами*.
- Вулканогенно-осадочные породы целесообразно классифицировать с учетом петрографических и генетических особенностей. Петрографическая классификация основывается на таких хорошо выраженных признаках, как размер обломков, степень их окатанности, состав, структура, агрегатное состояние и характер цементации.