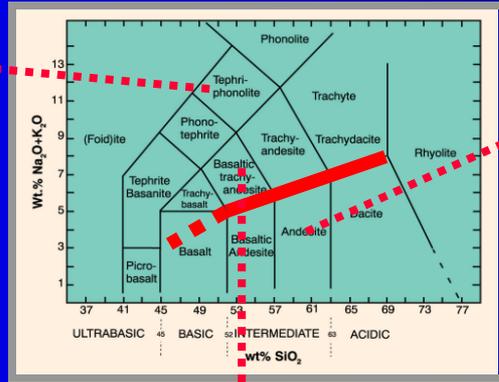


Тема занятия (лекция № 2):

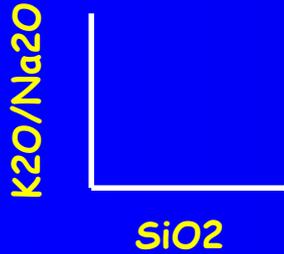
**ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ БАЗАЛЬТОВ  
И ОСНОВЫ ИХ ФАЗОВОЙ  
ИНТЕРПРЕТАЦИИ**

# СХЕМА ПЕТРОХИМИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СЕРИЙ

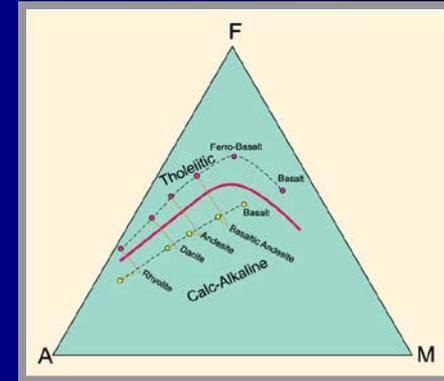
Выборка составов пород



ЩЕЛОЧНЫЕ  
(с модальным FS)



НОРМАЛЬНОЙ  
ЩЕЛОЧНОСТИ



К-серии  
К-Na-серии  
Na-серии

СУБЩЕЛОЧНЫЕ  
(без модального FS)

К-серии  
К-Na-серии  
Na-серии

Известково-щелочные

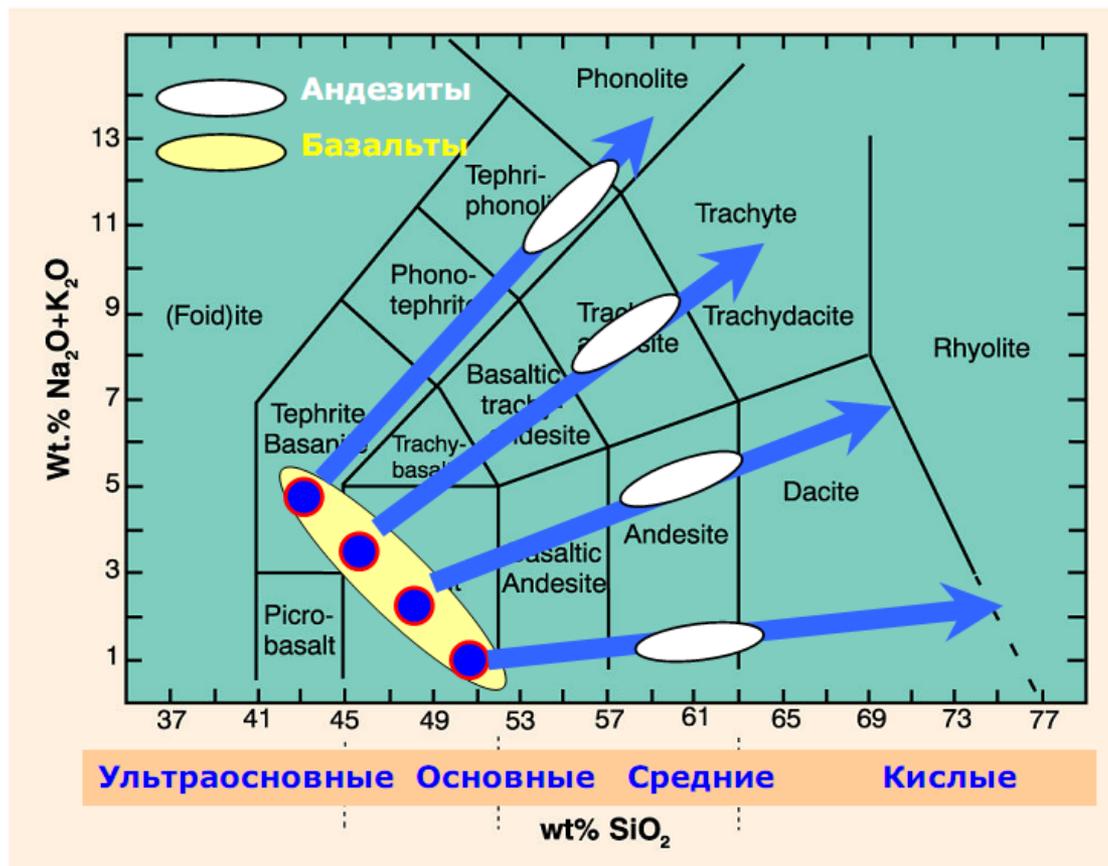
К-серии  
К-Na-серии  
Na-серии

Толейтовые

К-Na-серии

Na-серии

## БАЗАЛТЫ КАК ПРИМИТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ИЛИ ИСТОЧНИК (ИСХОДНЫЕ РАСПЛАВЫ) ДЛЯ МАГМАТИЧЕСКИХ СЕРИЙ



Главные генетические типы базальтов отвечают главным типам петрохимических серий:

*толеитовые, известково-щелочные, щелочные и т.д.*

## Первый этап расчетов по методу CIPW

(на примере тоналита)

Оксид	Мас. % оксида	Мол. вес, г/моль	Количество молей	Оксид
SiO <sub>2</sub>	61.32	60.09	1.024	[ SiO <sub>2</sub> ]
TiO <sub>2</sub>	0.73	79.90	0.009	[ TiO <sub>2</sub> ]
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.48	101.96	0.162	[ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.83	159.69	0.012	[ Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ]
FeO	3.82	71.85	0.053	[ FeO ]
MnO	0.08	70.94	0.001	[ MnO ]
MgO	2.80	40.30	0.070	[ MgO ]
CaO	5.42	56.08	0.097	[ CaO ]
Na <sub>2</sub> O	3.63	61.98	0.059	[ Na <sub>2</sub> O ]
K <sub>2</sub> O	2.07	94.20	0.022	[ K <sub>2</sub> O ]
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.25	141.95	0.002	[ P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ]

### Расчет молекулярных количеств нормативных минералов

- (1)  $Ap = [ P_2O_5 ]$   $Ca_3(PO_4)_2$
- (2)  $Or = 2 [ K_2O ]$   $KAlSi_3O_8$
- (3)  $Ab = 2 [ Na_2O ]$   $NaAlSi_3O_8$
- (4)  $[ Al_2O_3 ]' = [ Al_2O_3 ] - 0.5 Or - 0.5 Ab$
- (5)  $An = [ Al_2O_3 ]$   $CaAl_2Si_2O_8$
- (6)  $Ilm = [ TiO_2 ]$   $FeTiO_3$
- (7)  $Mt = [ Fe_2O_3 ]$   $Fe_3O_4$

## Продолжение расчетов по методу CIPW



Определяем остаток оксидов Ca и Fe

- (8)  $[ CaO ] = [ CaO ] - 3Ap - An$
- (9)  $[ FeO ] = [ FeO ] + [ MnO ] - Ilm - Mt$

Оцениваем количество диопсидовой молекулы

- (10)  $Di = [ CaO ]$   $Ca(Mg,Fe)Si_2O_6$

Определяем остаток оксидов Si и Fe+Mg

- (11)  $[ SiO_2 ]' = [ SiO_2 ] - 3Or - 3Ab - 2An - 2Di$
- (12)  $[ FeO+MgO ] = [ FeO ] + [ MgO ] - Di$

### Последняя стадия расчетов по методу CIPW



Распределяем SiO<sub>2</sub> между оливином и гиперстеном или между гиперстеном и кварцем

Если кремнезема мало → получаем Ol+Hyp

- (13)  $Ol = 0.5 [ FeO+MgO ]$   $(Mg,Fe)_2SiO_4$
- (14) Если остаток  $[ SiO_2 ]'' = [ SiO_2 ]' - Ol > 0$ , то связываем часть  $[ FeO+MgO ]$  в Hyp

Если кремнезема много → получаем Hyp+Q

- (15)  $Hyp = [ FeO+MgO ]$   $(Mg,Fe)SiO_3$
- (16)  $Q = [ SiO_2 ]' - Hyp$   $SiO_2$

**Итог вычислений по методу CIPW**  
*(на примере тоналита)*

Минерал	Мол. %	PI, мол.%	Состав PI, %
Q	<b>15.94</b>		
Or	12.23		19
Ab	30.71		47
An	22.52		34
Di	2.17		
Ol	-		
Hy	<b>10.32</b>		
Mt	2.64		
Ilm	1.38		
Ap	0.56		
Ne	-		

## Продолжение расчетов по методу CIPW



Определяем остаток оксидов Ca и Fe

$$(8) [CaO] = [CaO] - 3Ap - An$$

$$(9) [FeO] = [FeO] + [MnO] - Ilm - Mt$$

Оцениваем количество **диопсидовой молекулы**

$$(10) Di = [CaO] \quad Ca(Mg,Fe)Si_2O_6$$

Определяем остаток оксидов Si и Fe+Mg

$$(11) [SiO_2] = [SiO_2] - 3Or - 3Ab - 2An - 2Di$$

$$(12) [FeO+MgO] = [FeO] + [MgO] - Di$$

## Последняя стадия расчетов по методу CIPW



Распределяем SiO<sub>2</sub> между оливином и гиперстеном  
или между гиперстеном и кварцем

Если кремнезема мало → получаем Ol+Hyp

$$(13) Ol = 0.5[FeO+MgO] \quad (Mg,Fe)_2SiO_4$$

$$(14) \text{Если остаток } [SiO_2]'' = [SiO_2]' - Ol > 0,$$

то связываем часть [FeO+MgO]' в Hyp

Если кремнезема много → получаем Hyp+Q

$$(15) Hyp = [FeO+MgO]' \quad (Mg,Fe)SiO_3$$

$$(16) Q = [SiO_2]' - Hyp \quad SiO_2$$

**Если же остаток [SiO<sub>2</sub>]' < 0, то имеет место “дефицит” кремнезема**

Для компенсации этого дефицита часть кремнезема “изымают” из альбита с образованием молекулы Ne:

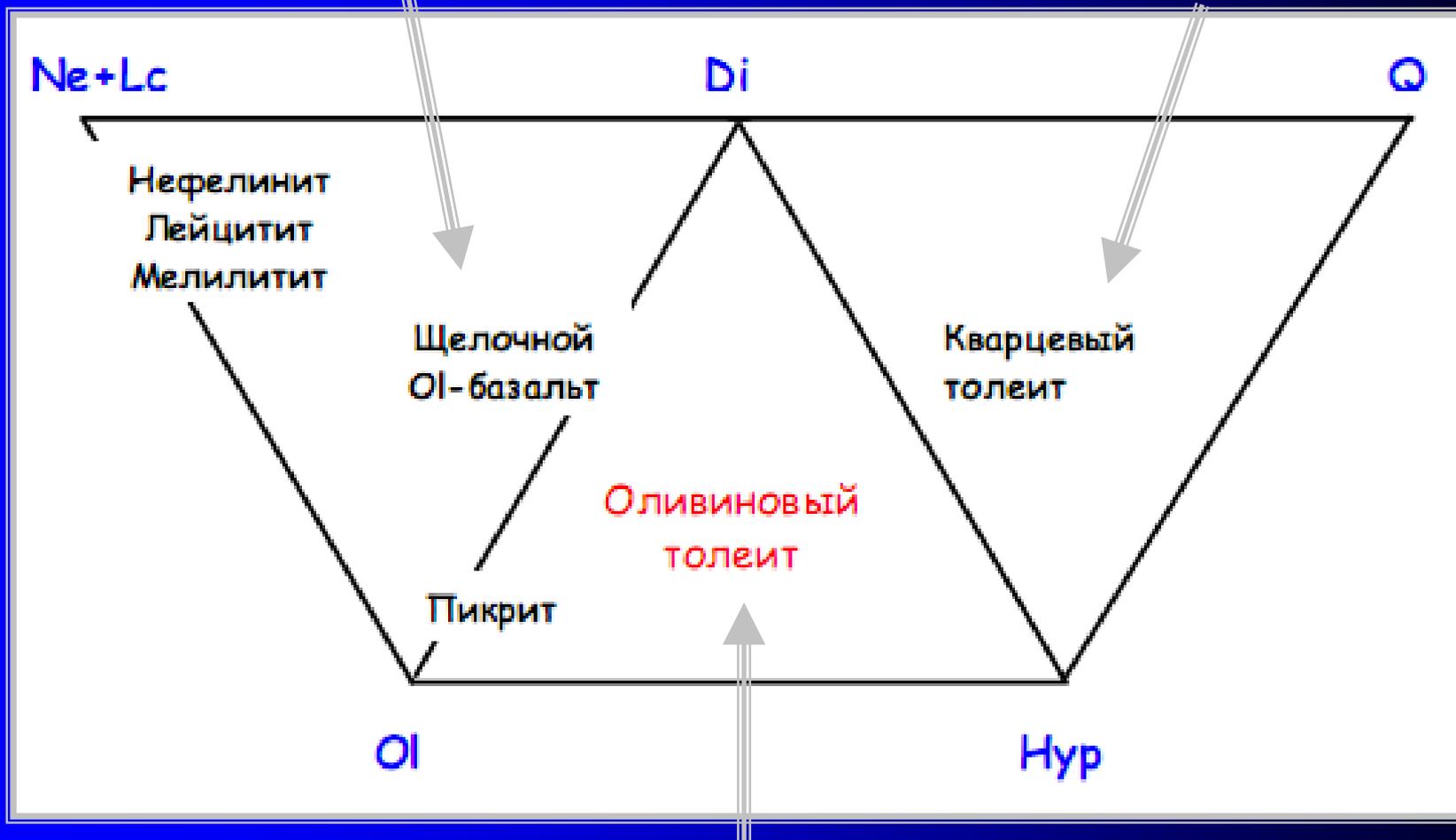


Нередко этот дефицит настолько значителен, что весь альбит приходится заместить на нефелин, а часть ортоклаза преобразовать в лейцит (Lc):



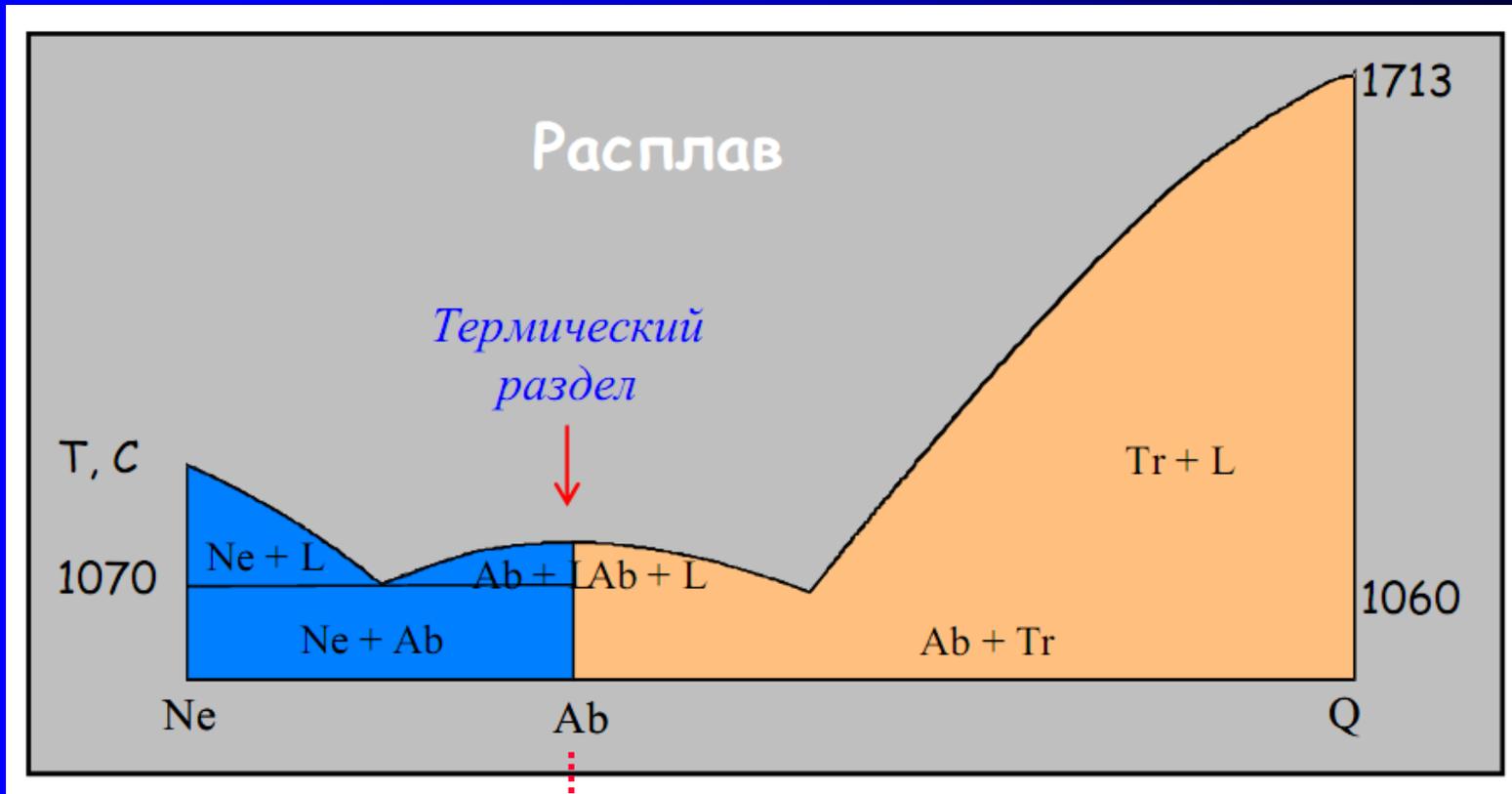
**Недосыщенные  
базальты**  
**Ol+фельдшпатоиды**

**Кварц - нормативные  
(пересыщенные)**  
**Q+Hyp**



**Насыщенные базальты**  
**Ol+Hyp**

# Физико-химическая интерпретация концепции насыщения – недосыщения кремнеземом



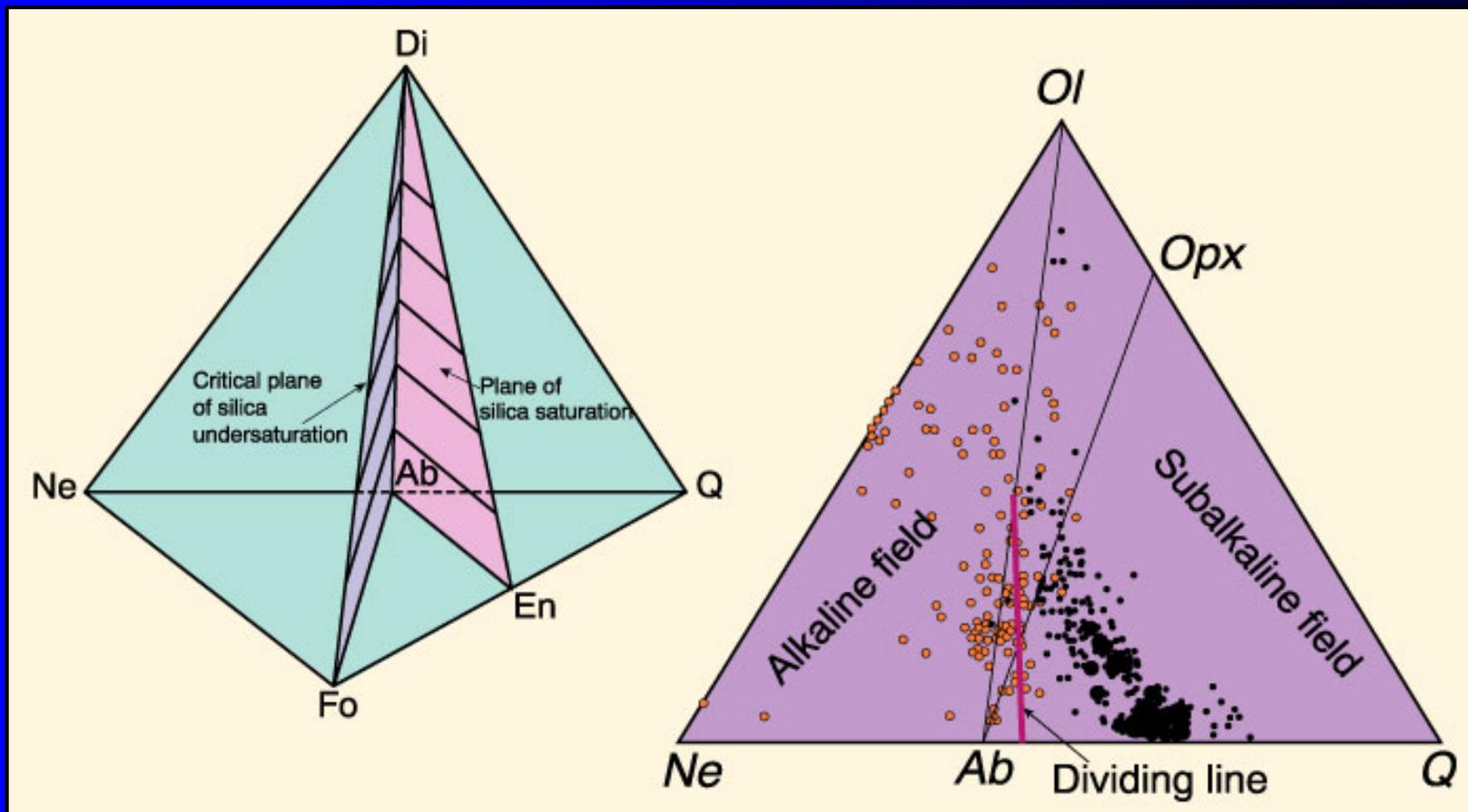
Недосыщенная  
система

Пересыщенная  
система

Альбит отвечает  
насыщенной системе



# БАЗАЛЬТОВЫЙ ТЕТРАЭДР ЙОДЕРА И ТИЛЛИ (Yoder, Tilley, 1962)



# МЕТОДЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ СОСТАВОВ БАЗАЛЬТОВ

Проецирование базальтовых составов на плоскость **OLIV-PLAG-SIL**

Компонент	Мол. %	Мол. к-во	Мол. %
SIL (=Hyp)	22.69	22.69	26.61
PLAG (An+Ab)	30.09	30.09	35.29
DIOP	14.74		
OLIV (Ol+Hyp)	32.48	32.48	38.10
SUM	100.00	85.26	100.00

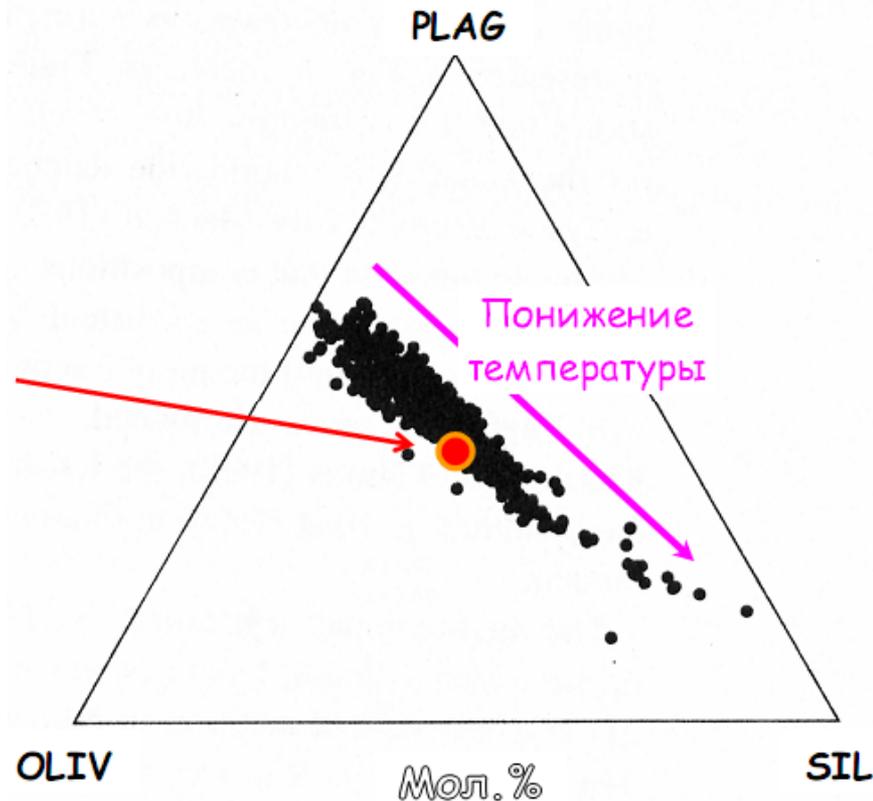
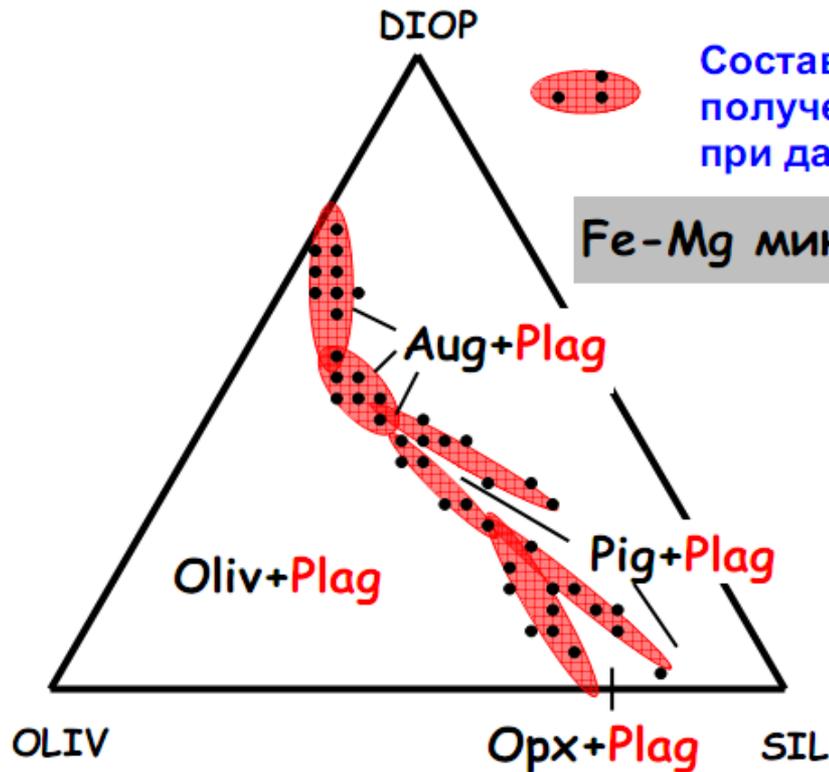


Диаграмма показывает, что совместная (котектическая) кристаллизация Ol и Pl является характерной особенностью эволюции толеитовых магм по линии накопления нормативного кремнезема.

Проекция состав толеитовых стекол срединных хребтов (MORB) из Di-вершины тетраэдра DIOP-OLIV-PLAG-SIL

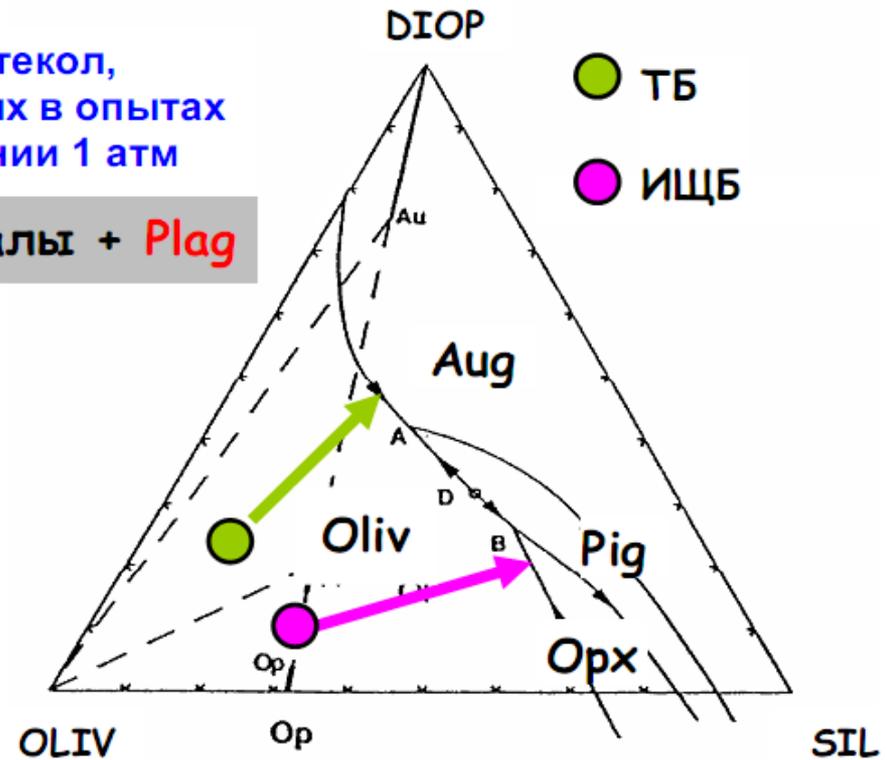
# МЕТОДЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Проецирование базальтовых составов по методу GROVE (1982)



При построении базальтового тетраэдра и треугольных проекций используются содержания компонентов, выраженные в катионных долях:

$[Si] - [Al] - [Fe] - [Ca] - [Na] \dots$

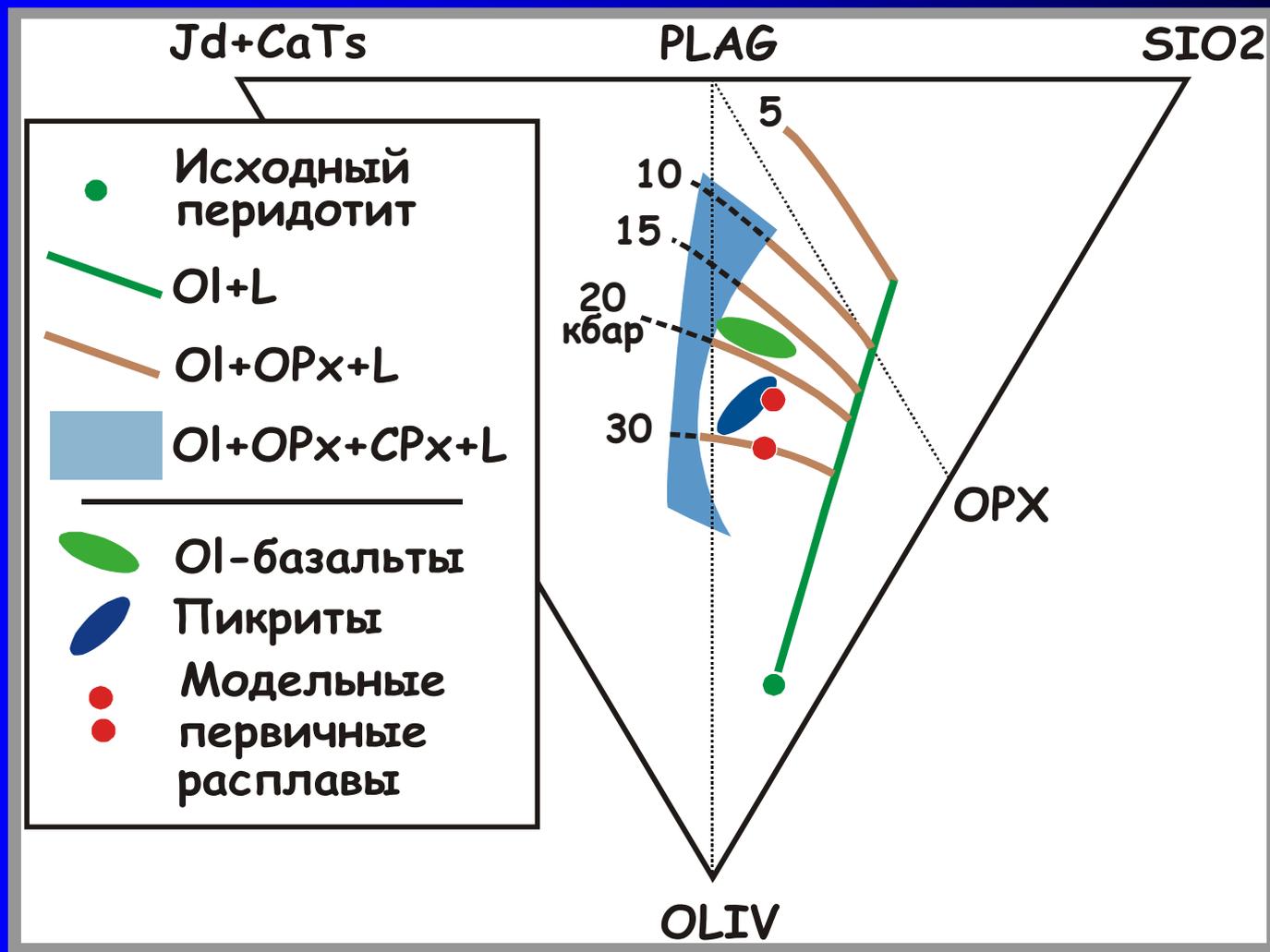


$PLAG = 0.5 ([Al] + [K] + [Na])$   
 $DIOP = [Ca] + PLAG - [Al]$   
 $OLIV = 0.5 ([Fe] + [Mg]) - DIOP - \dots$   
 $SIL = [Si] - OLIV - DIOP - PLAG - \dots$   


---

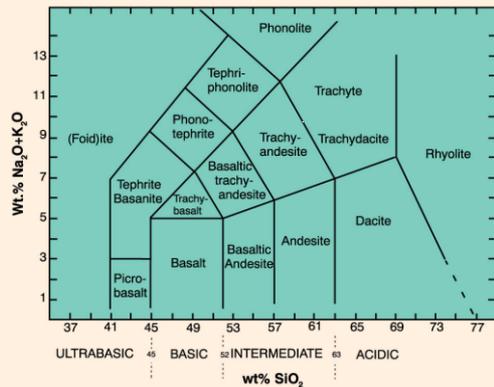
 $SUM = PLAG + DIOP + OLIV + SIL$

# МЕТОДЫ ПРОЕЦИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ (Falloon & Green, 1987)

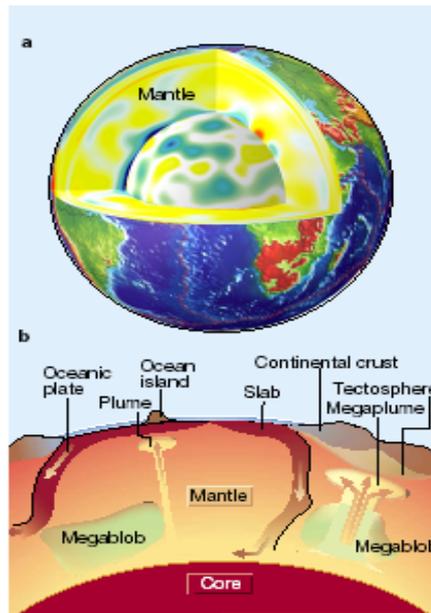


# ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ НАШЕГО КУРСА

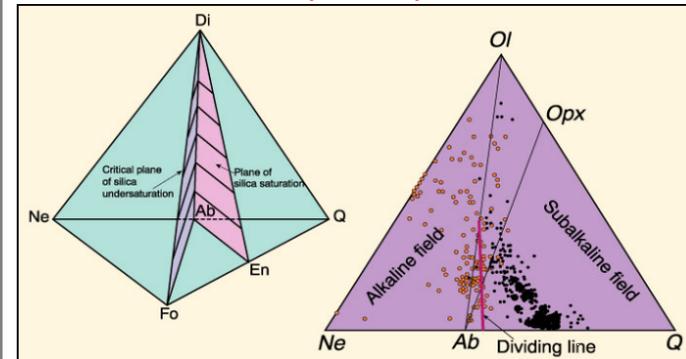
## Петрохимическая типизация



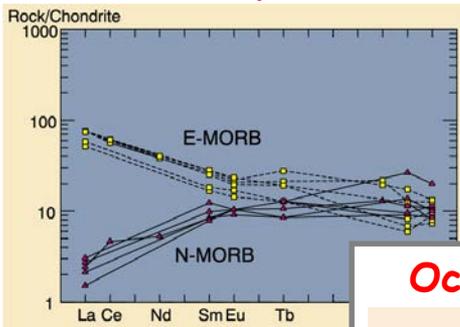
## ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ



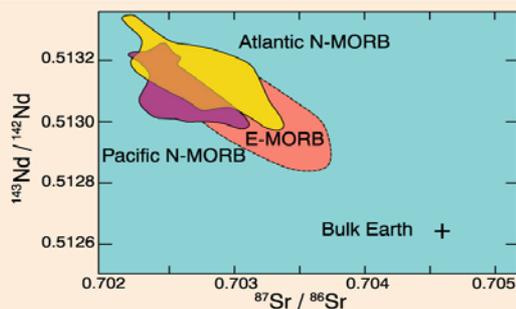
## Фазовые характеристики магм



## Геохимическая специфика



## Особенности изотопии



**ВЫЯВЛЕНИЕ**  
индикаторной роли  
магматизма

**ОЦЕНКА**  
термодинамических  
и динамических  
условий  
образования  
магматических  
пород