

Общая тема:

АКТИВНЫЕ ОКРАИНЫ КОНТИНЕНТОВ

Лекция № 28

Происхождение андезитов: обзор гипотез

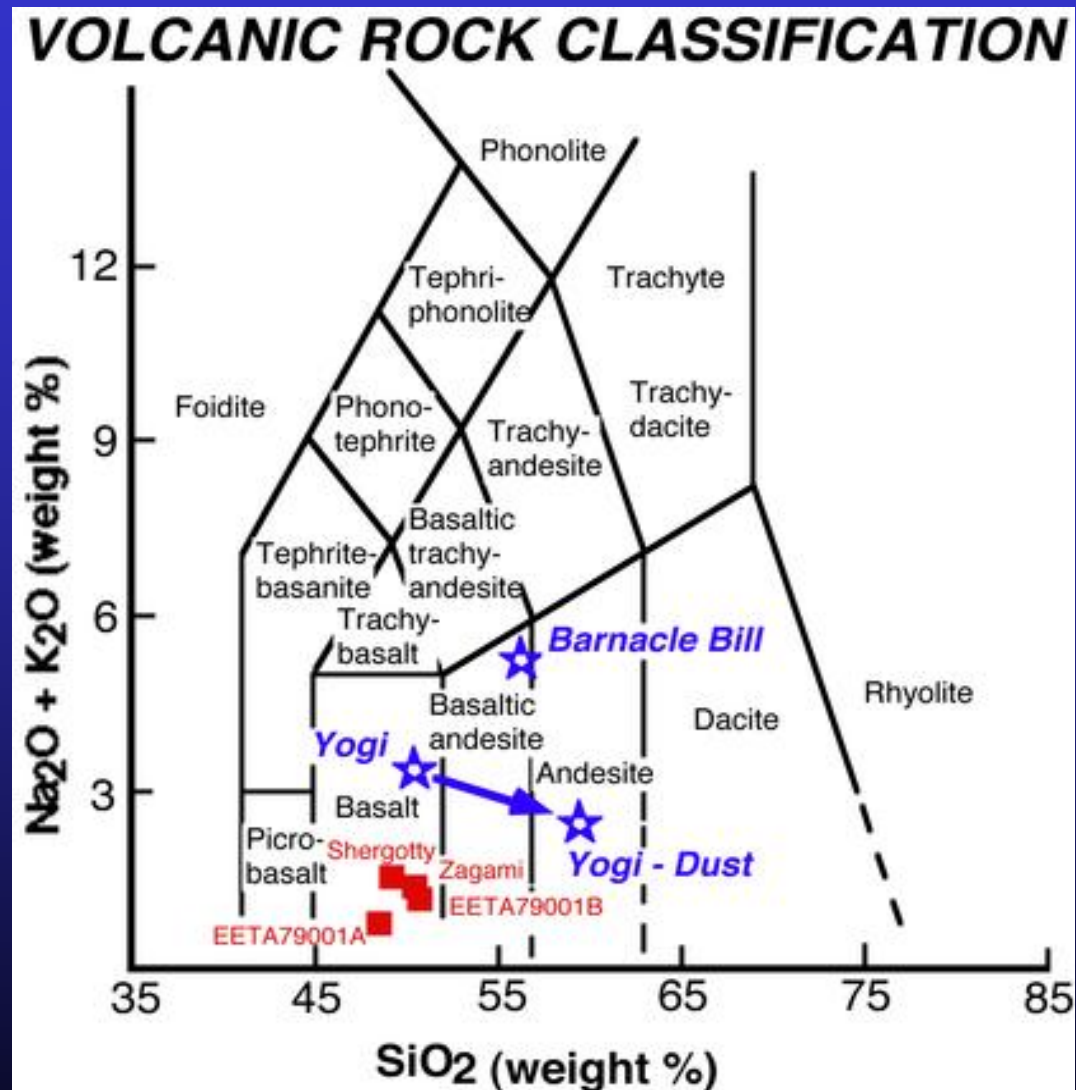
- 1. Внутрикоровые процессы***
- 2. Мантийные***
- 3. Многостадийные
мантийно-коровые***

Результаты миссии Mars Pathfinder - APXS

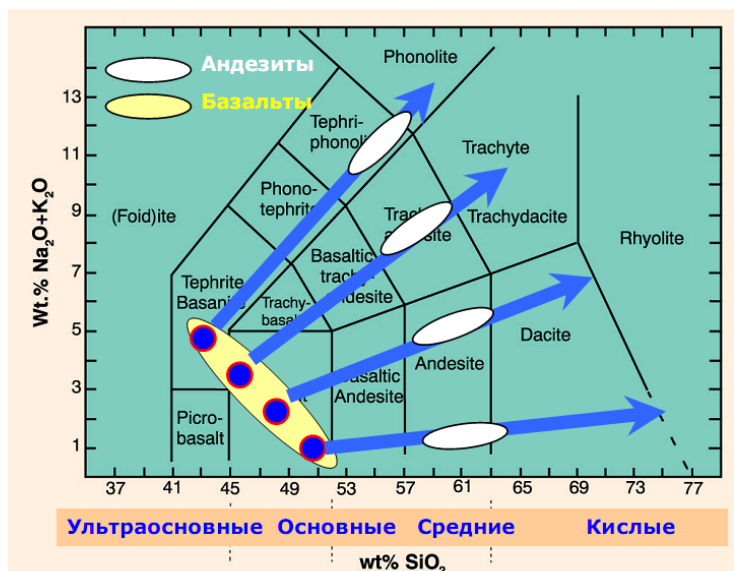


Окислы	А-2, Грунт	А-4, Грунт	А-5, Грунт	А-3, Камень ВВ	А-7, Камень Yogi
SiO_2	46.1	43.3	43.8	55.0	50.9
Al_2O_3	8.0	10.4	10.1	12.4	11.4
FeO	19.5	14.5	17.5	12.7	13.8
MgO	8.7	9.0	8.6	3.1	6.3
CaO	6.3	4.8	5.3	4.6	5.8
Na_2O	4.3	5.1	3.6	4.2	2.5
K_2O	0.6	0.7	0.7	1.4	1.1
MnO	0.5	0.5	0.6	0.9	0.5
TiO_2	1.1	1.1	0.7	0.7	0.8
SO_3	4.3	6.2	5.4	2.2	4.2

Результаты миссии Mars Pathfinder - APXS



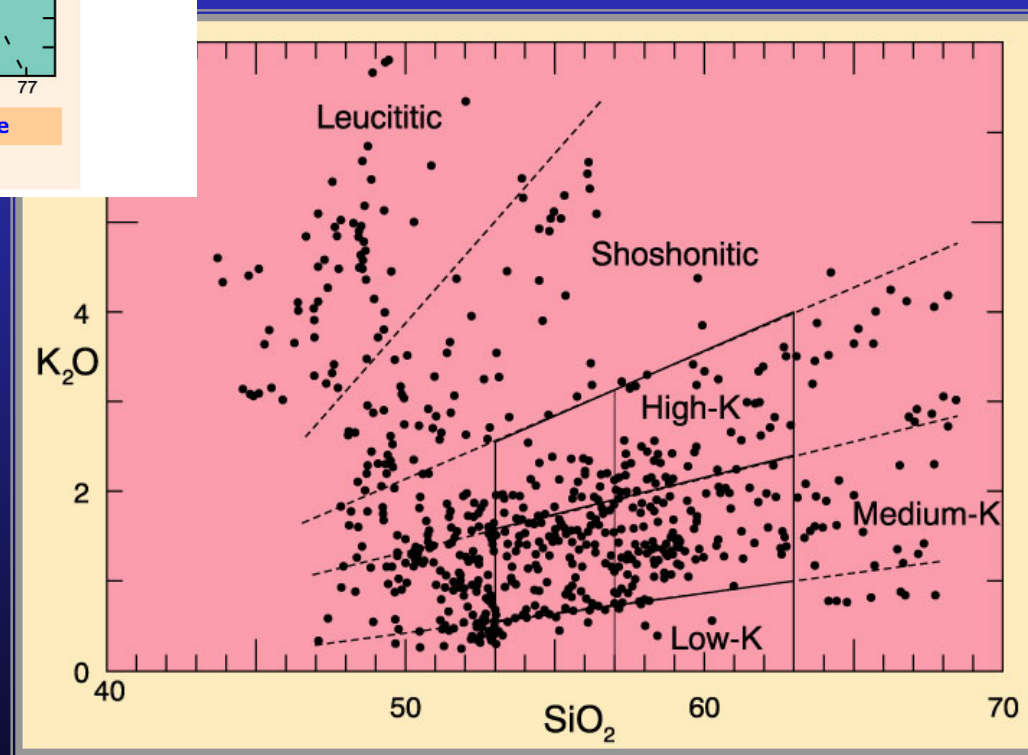
БАЗАЛТЫ КАК ПРИМИТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ИЛИ ИСТОЧНИК (ИСХОДНЫЕ РАСПЛАВЫ) ДЛЯ МАГМАТИЧЕСКИХ СЕРИЙ



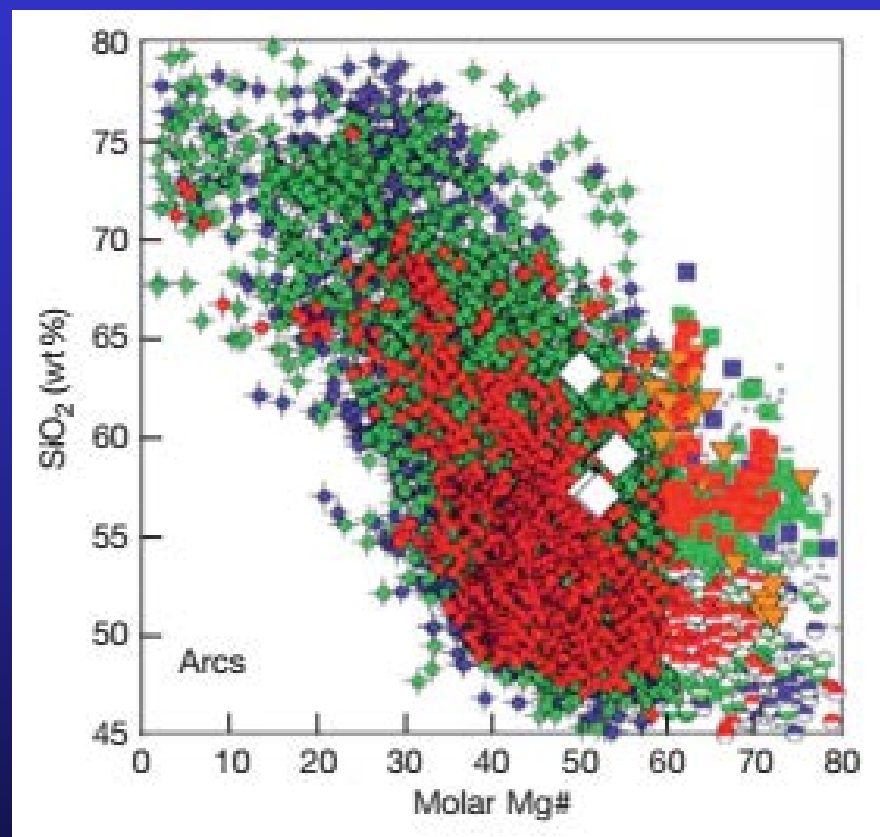
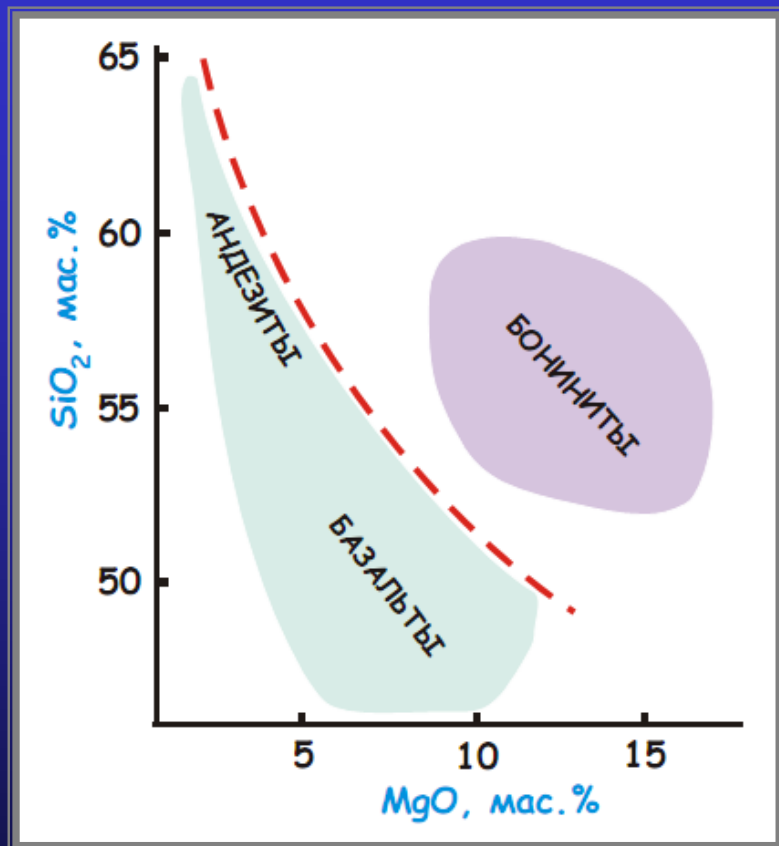
Разнообразие андезитов

Разнообразные андезиты как продукты фракционирования базальтовых магм разных генетических типов

Дополнительные подразделения андезитов на диаграмме $\text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$



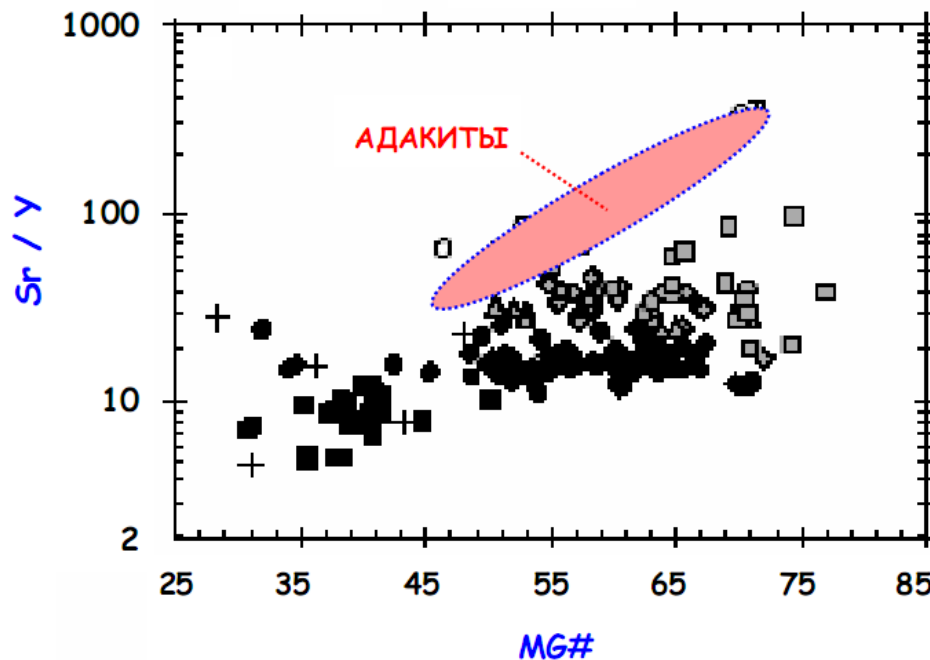
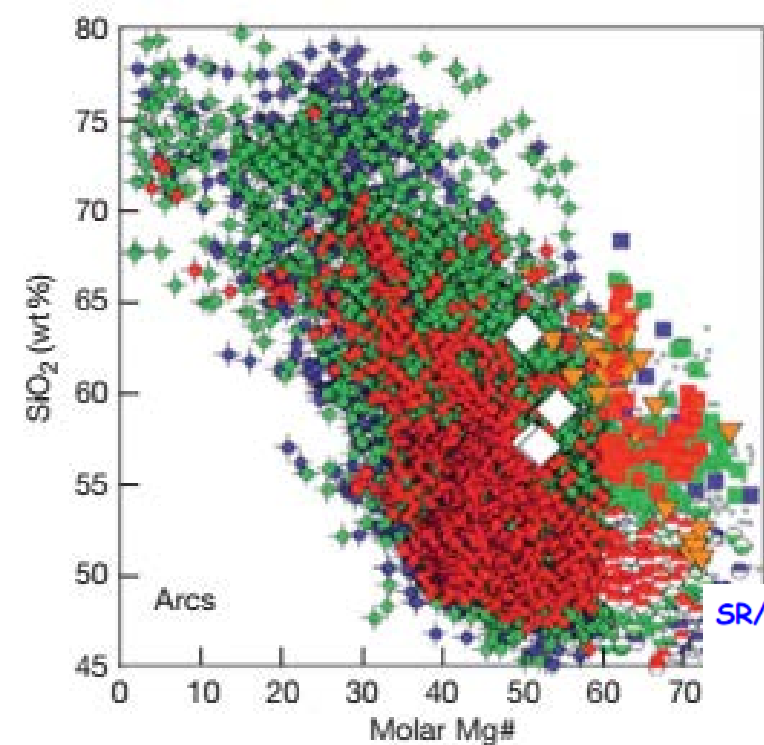
Разнообразие андезитов



Разнообразие андезитов

Дополнительная типизация
андезитов учетом
магнезиальности Mg#

SR/Y В АЛЕУТСКИХ АДАКИТАХ И ВУЛКАНИТАХ ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МАГНЕЗИАЛЬНОСТИ

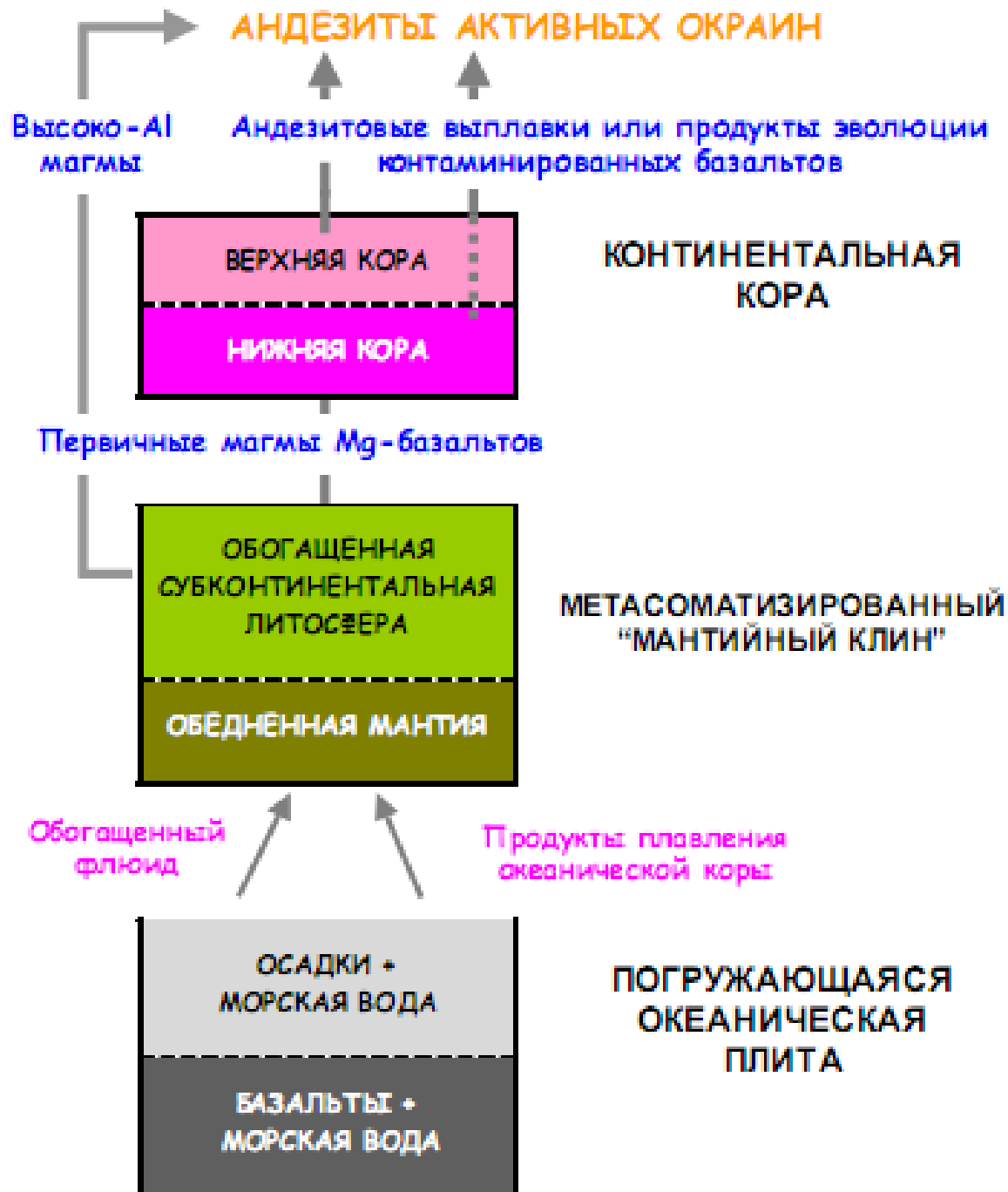


Значение геохимических
отличий на примере
адакитов

**Возможные генетические схемы
и условия образования
андезитовых магм**

Процессы образования андезитов делим на:

1. *Внутрикоровые*
2. *Мантийные*
3. *Многостадийные
мантийно-
коровые*



Внутрикоровые процессы образования андезитов

- 1. Ассимиляция базальтовой
магмой кислого материала
континентальной коры**
- 2. Смешение базальтов и дацит-
риолитовых расплавов**
- 3. Фракционирование
базальтовых магм в коровых
очагах**

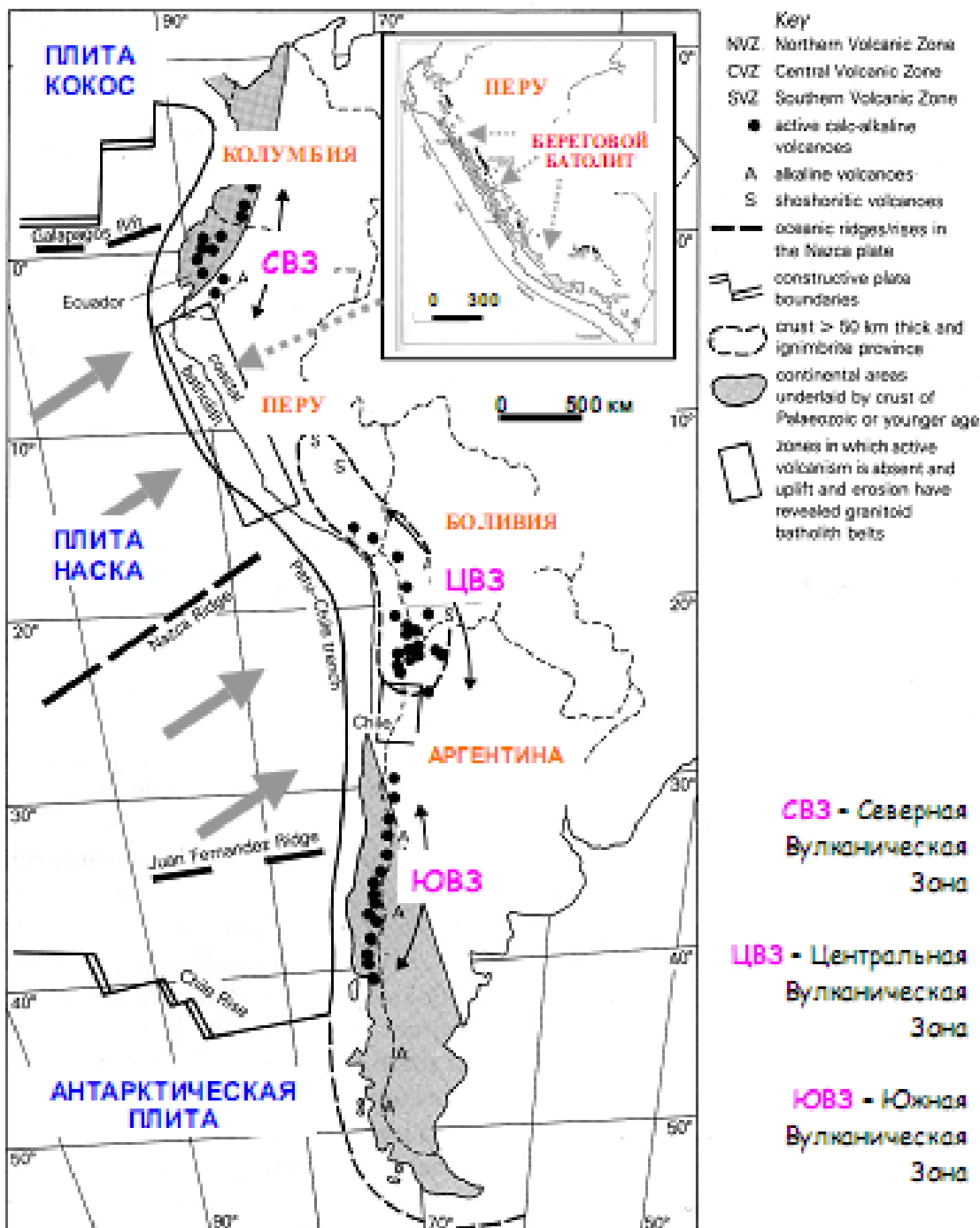
АССИМИЛЯЦИЯ:

вспоминаем

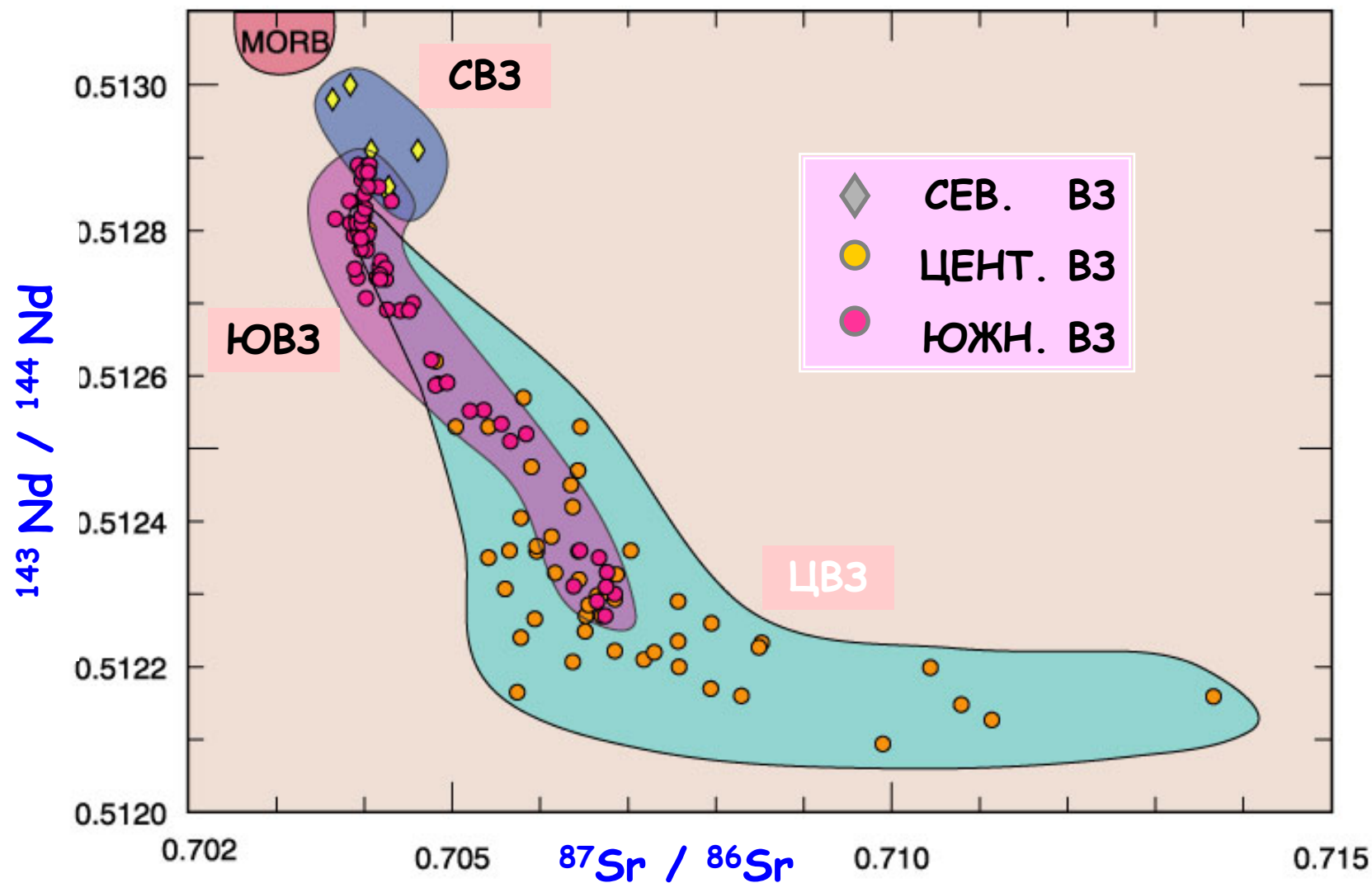
андезитовые вулканы

вдоль Андских

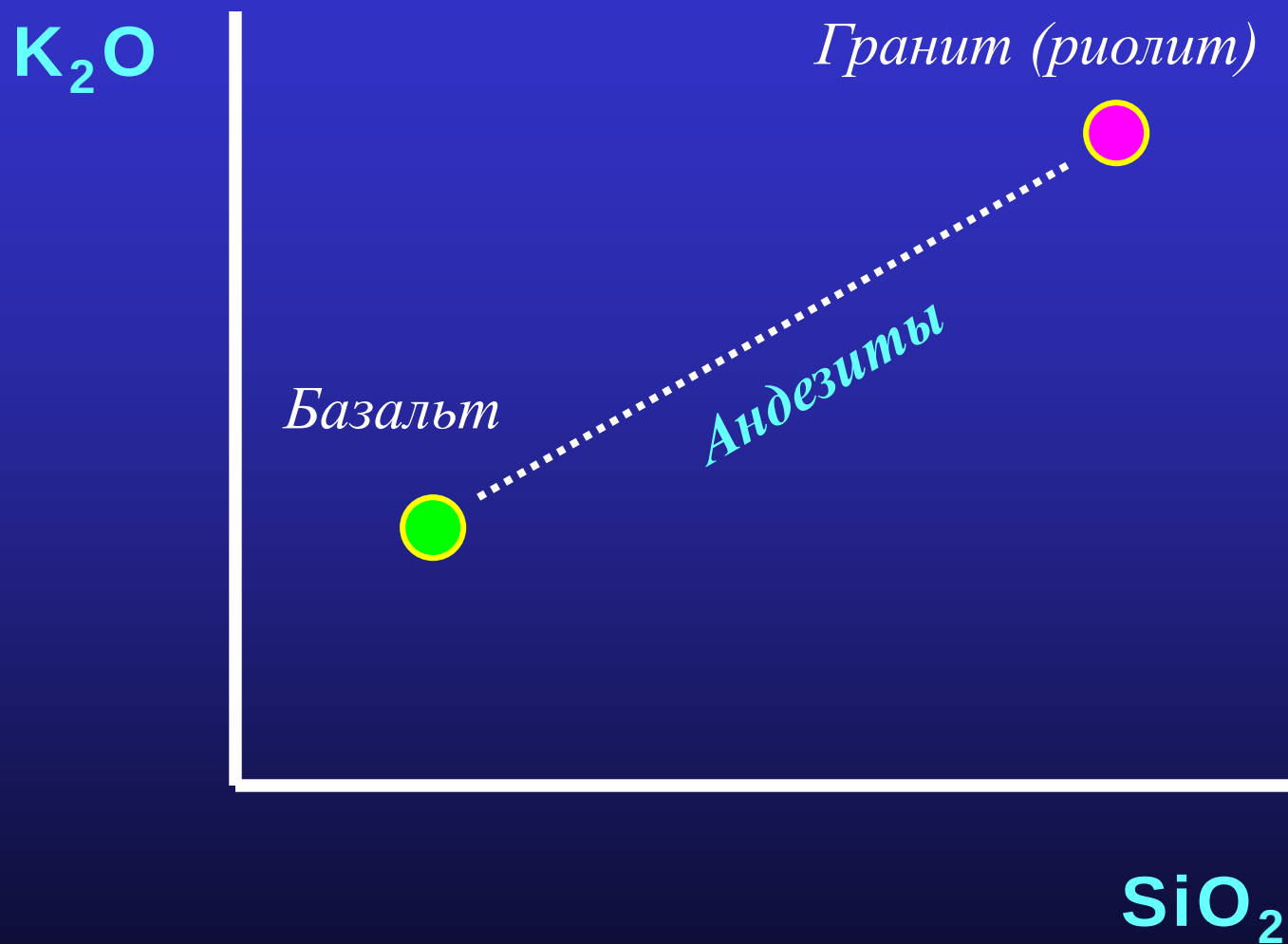
Кордильер



Sr/Nd систематика вулканических пород Андской окраины как сигнал ассимиляции



ВНУТРИКОРОВОЕ СМЕШЕНИЕ МАГМ

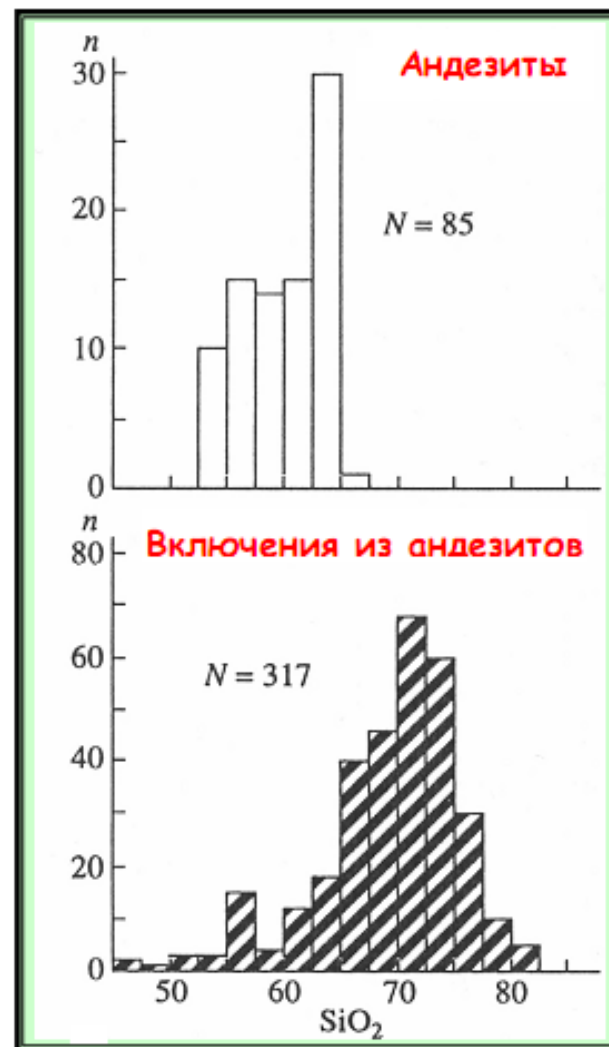


Вспомним историю про расплавные включения



Гистограммы содержаний SiO_2 в расплавных включениях из главных типов магматических пород

Гистограммы содержаний SiO_2 в андезитах и расплавных включениях из андезитов



**АРГУМЕНТЫ В ПОЛЬЗУ
ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ МАГМ**
на объектах, где наблюдается
бимодальность состава расплавных
включений

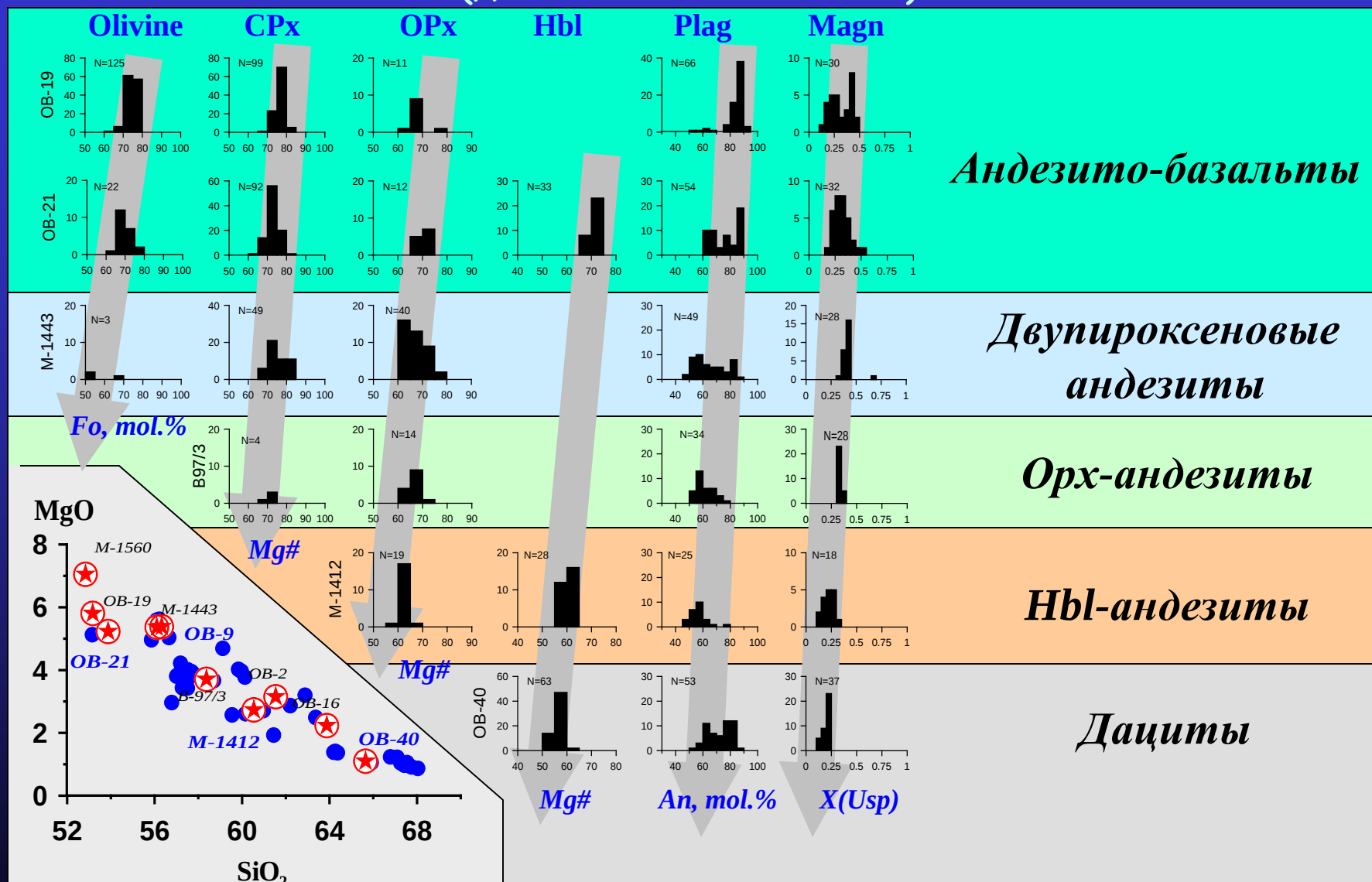
Вариации состава Срх в лавах влк. Безымянный

(данные Р.Р. Альмеева)

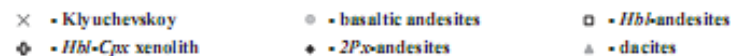
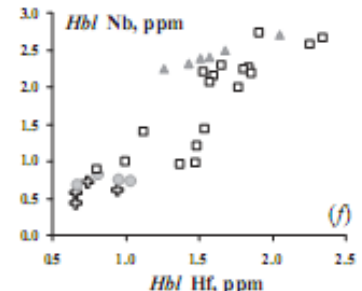
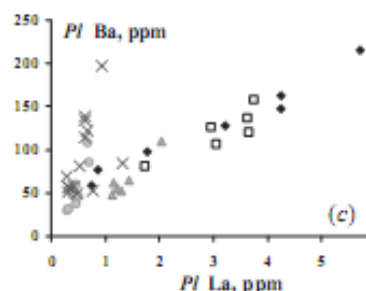
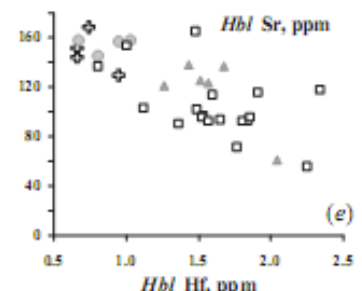
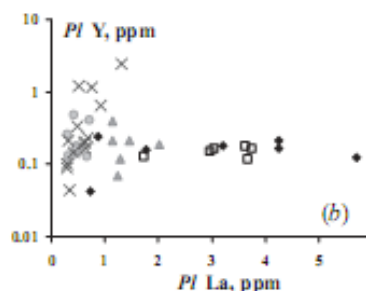
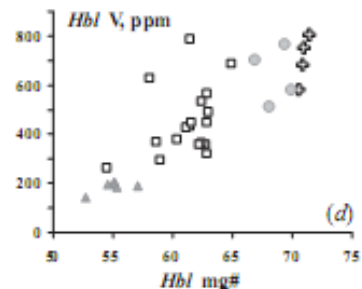
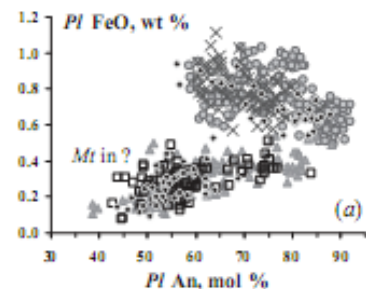
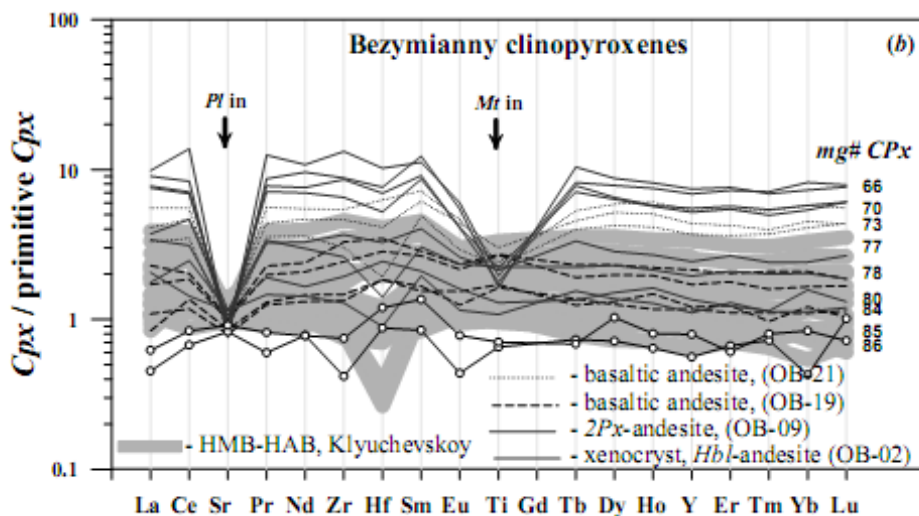
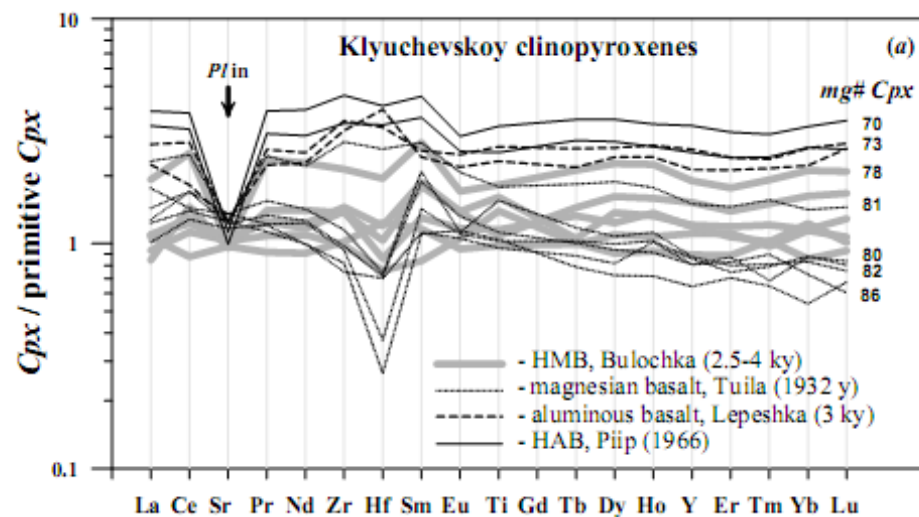
Sample	Grain	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	Mg#
B-21-1	148	51.6	0.5	1.8	12.0	0.5	13.8	19.5	0.4	0.67
B-21-1	128	50.5	0.8	2.6	11.3	0.3	14.7	19.5	0.3	0.70
B-21-1	142	51.0	0.7	2.5	11.0	0.4	14.6	19.6	0.3	0.70
B-21-1	124	51.4	0.7	2.3	10.8	0.4	14.9	19.1	0.3	0.71
B-21-1	119	49.5	0.7	5.0	9.6	0.2	13.8	20.9	0.3	0.72
B-21-1	77	51.5	0.8	2.7	9.9	0.4	14.3	20.2	0.3	0.72
B-21-1	57	51.0	0.8	2.2	9.8	0.5	15.1	20.4	0.3	0.73
B-21-1	157	50.5	0.7	4.3	9.0	0.2	14.1	20.8	0.4	0.74
B-21-1	92	50.1	0.5	4.7	8.7	0.3	14.3	21.0	0.3	0.75
B-21-1	117	50.9	0.5	3.8	8.6	0.4	14.7	20.9	0.3	0.75
B-21-1	147	51.3	0.5	3.5	8.5	0.3	14.7	20.8	0.3	0.76
B-21-1	62	51.0	0.6	4.5	7.5	0.2	14.2	21.7	0.3	0.77
B-21-1	104	51.2	0.4	3.3	7.2	0.2	15.7	21.6	0.3	0.79
B-21-1	133	52.2	0.4	3.4	6.8	0.2	15.2	21.5	0.3	0.80
M-1560	97	54.7	0.1	1.9	4.1	0.1	18.0	20.3	0.3	0.89
M-1560	108	54.1	0.5	1.8	3.7	0.2	18.0	20.6	0.3	0.90
M-1560	13	54.9	0.1	1.6	3.5	0.1	17.9	21.0	0.3	0.90

Составы вкрапленников в лавах влк. Безымянный

(данные Р.Р. Альмеева)



Вариации микроэлементного состава вкрапленников в лавах влк. Безымянный (данные Р.Р. Альмеева)



Генетическое значение состава основной массы породы

Наши оценки состава основных масс для андезито-базальтов и андезитов влк. Безымянный однозначно указывают на системы среднего состава с содержанием SiO_2 56-63 мас. %.

Тогда как данные по расплавленным включениям дают систематически более кислый состав – около 70% SiO_2 .

СРАВНЕНИЕ СОСТАВОВ ОСНОВНОЙ МАССЫ И ВАЛОВОГО СОСТАВА ПОРОД ВУЛКАНА БЕЗЫМЯННЫЙ

Андезито-базальты, андезиты и
дациты влк. Безымянный

Основные массы этих пород,
рассчитанные по данным
модального анализа

Базальты влк. Ключевской

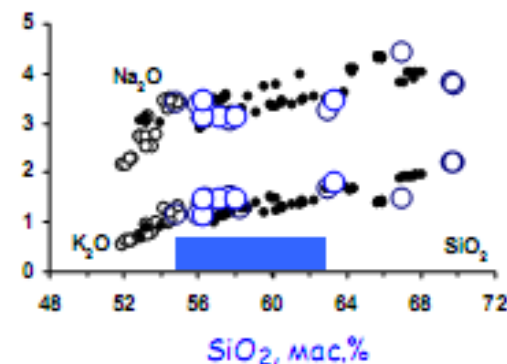
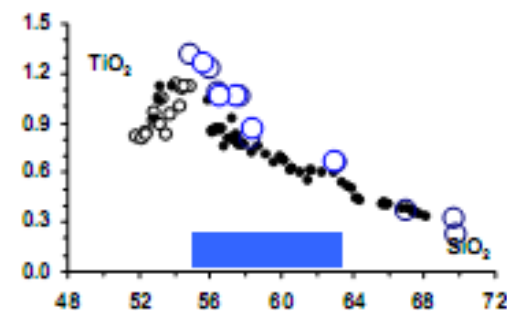
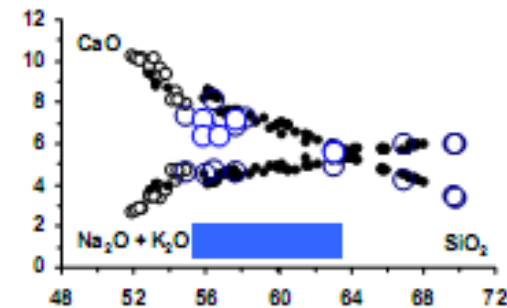
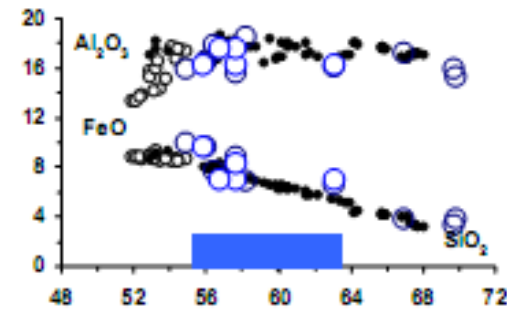
РАСЧЕТ СОСТАВА ОСНОВНОЙ МАССЫ ПОРОДЫ

Если известны:

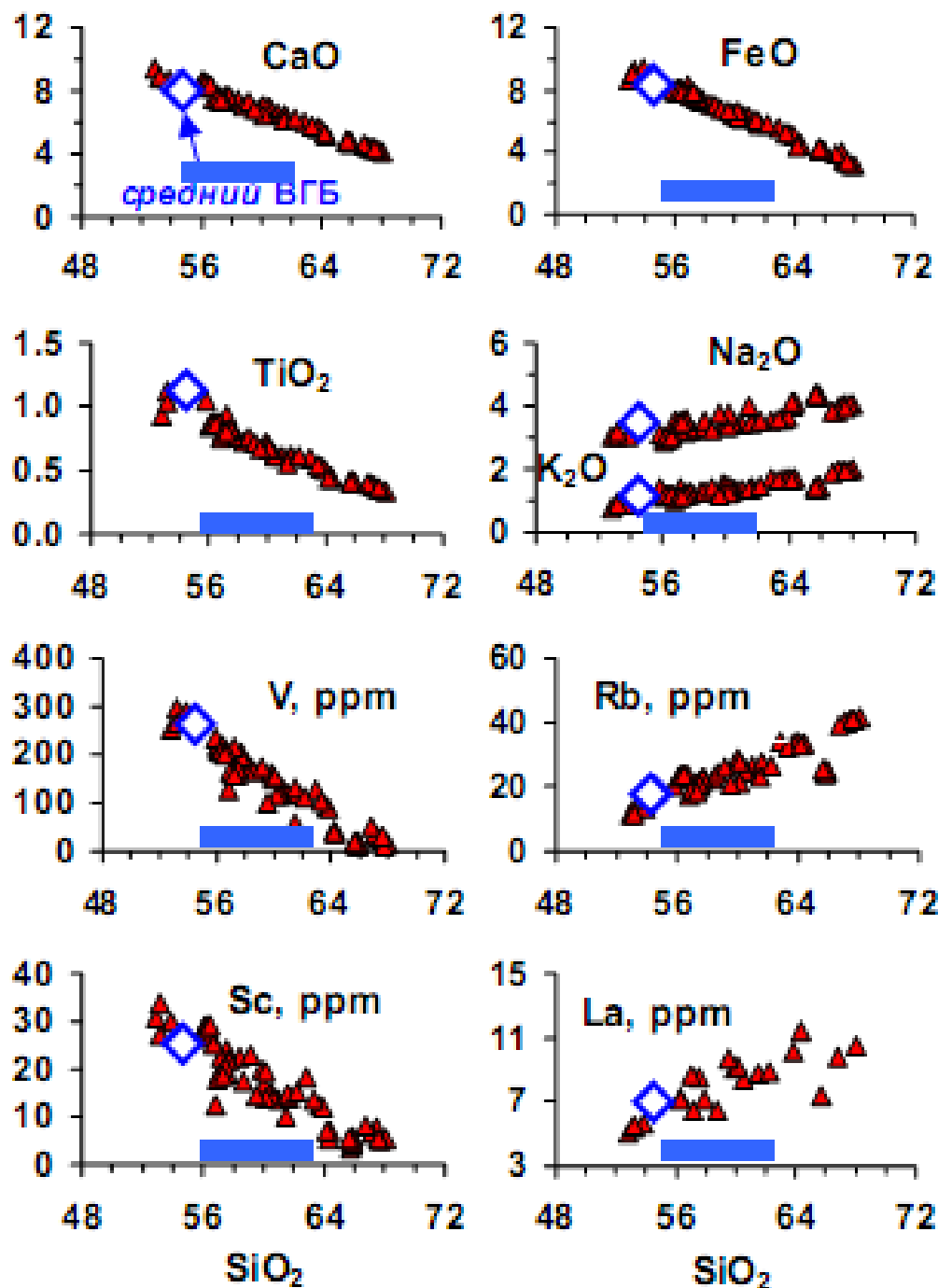
C_B - валовый состав породы
 F_M - доля фенокристаллов
 C_M - средневзвешенный
состав фенокристаллов, то

состав основной массы
(магматического расплава)

$$C_M = (C_B - F_M C_M) / (1 - F_M)$$



Геохимические свидетельства фракционной кристаллизации



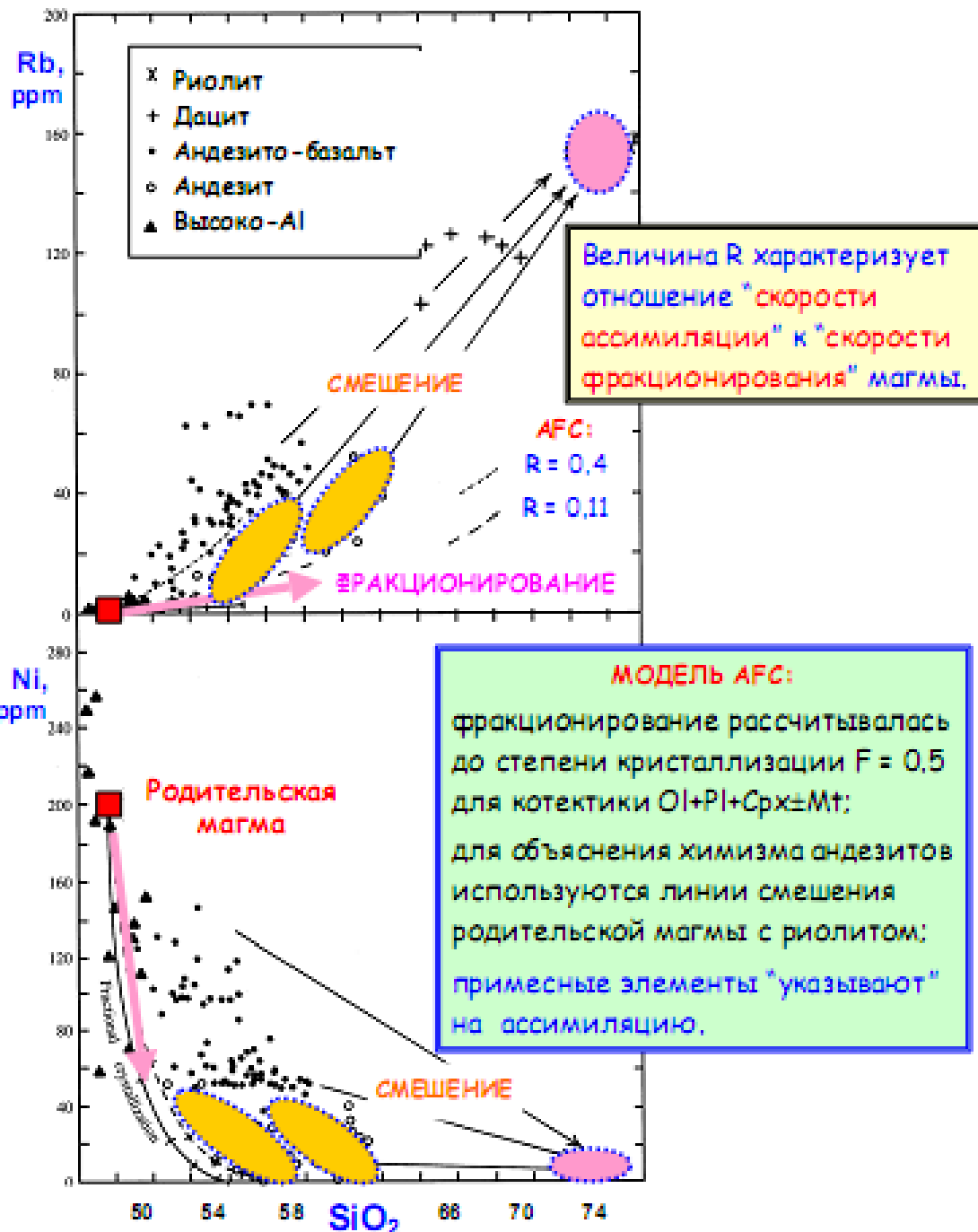
*Вариации состава лав
вулкана Безымянный*

Дополнительные замечания касательно ВГБ

1. В отличие от островных дуг исходные базальтовые магмы Восточно-Тихоокеанского типа несут признаки более обогащенного источника, т.е. характеризуются повышенной степенью накопления щелочей, фосфора, титана и крупно-ионных литофильных элементов.
2. Эволюция этих расплавов приводит к формированию относительно глубинных высокоглиноземистых магм базальтового состава, которые кристаллизуются при повышенной фугитивности кислорода и содержаниях летучих компонентов.
3. Это обуславливает раннюю кристаллизацию магнетита и роговой обманки; как результат – накопление кремнезема в производных расплавах.
4. Различия между вулканическими сериями в конкретных областях могут проявляться в том, что наиболее дифференцированные члены несут большую степень контаминированности коровым материалом, что проявляется в изотопном составе и геохимии кислых вулканитов

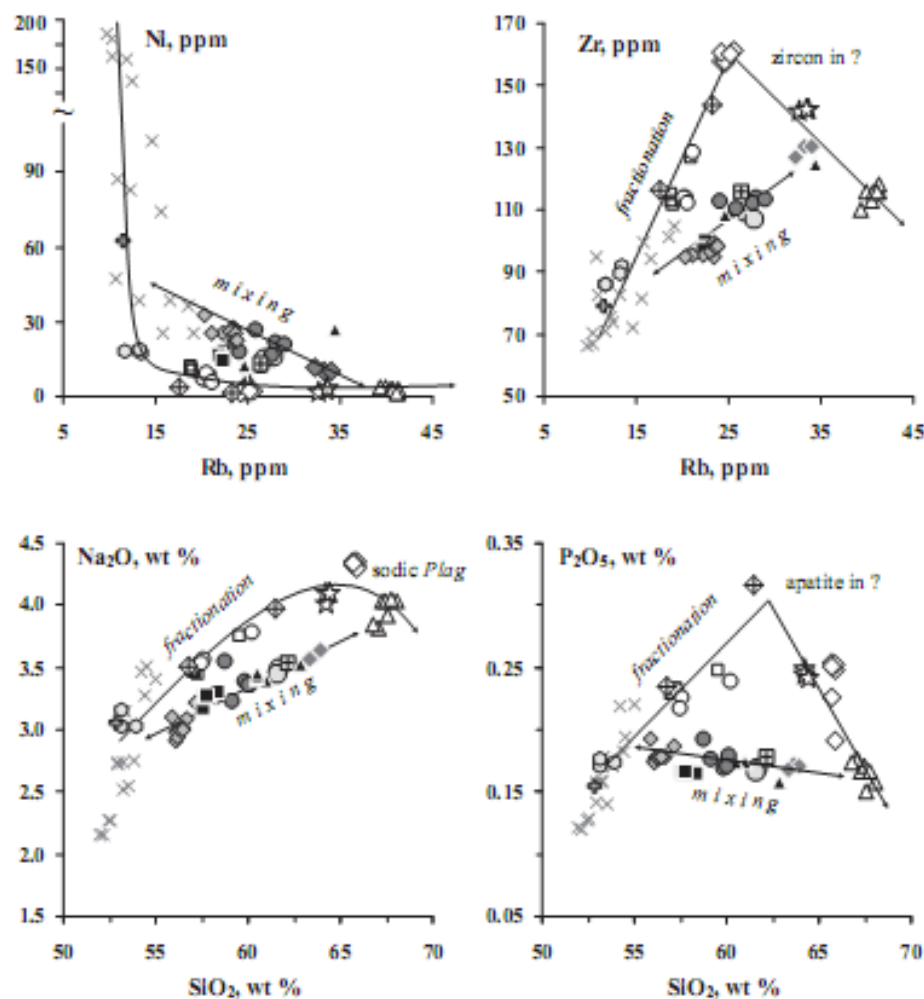
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ АРГУМЕНТЫ В ПОЛЬЗУ СМЕШЕНИЯ МАГМ

Схемы комбинированного фракционирования (AFC-модели)



ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ЛАВ
влк. Медисэйн-Лейк (Сев. Калифорния)

Расшифровка и разграничение трендов фракционирования и смешения на примере андезитов и дацитов влк. Безымянный



× Klyuchevskoy HMB-HABs

◆ Kamen, basaltic andesites

pre-Bezmylanny (>10 ky)

Bezmylanny (<10 ky)

- Platina Dome
- Stupenchaty Dome
- ◆ Dvuglavy Dome
- ◇ Pravilny and Gladki Domes
- △ Raschlenenny Dome

- | B-I | B-II | B-III |
|----------------------|----------------|-----------|
| ◆ LF-II | ● LF-IV | ■ PF-1997 |
| ⊞ Greben Dome | ◆ Lokmaty Dome | ▲ LF-VI |
| ☆ Treugolny Zub Dome | | |
| ○ Expedition Dome | | |
| ○ basaltic andesites | | |

МАНТИЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ
образования андезитовых магм

Схемы образования андезитовых магм

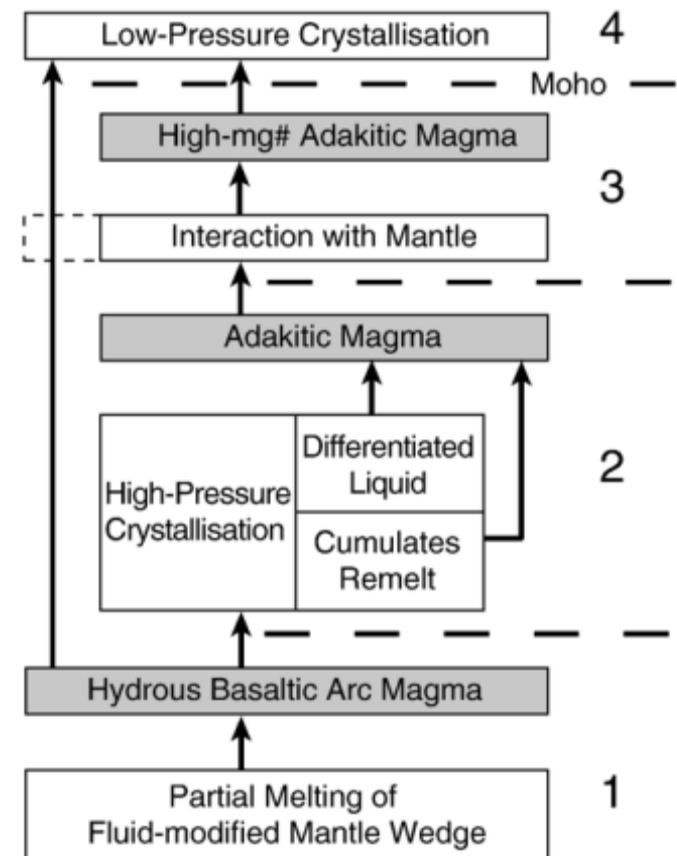
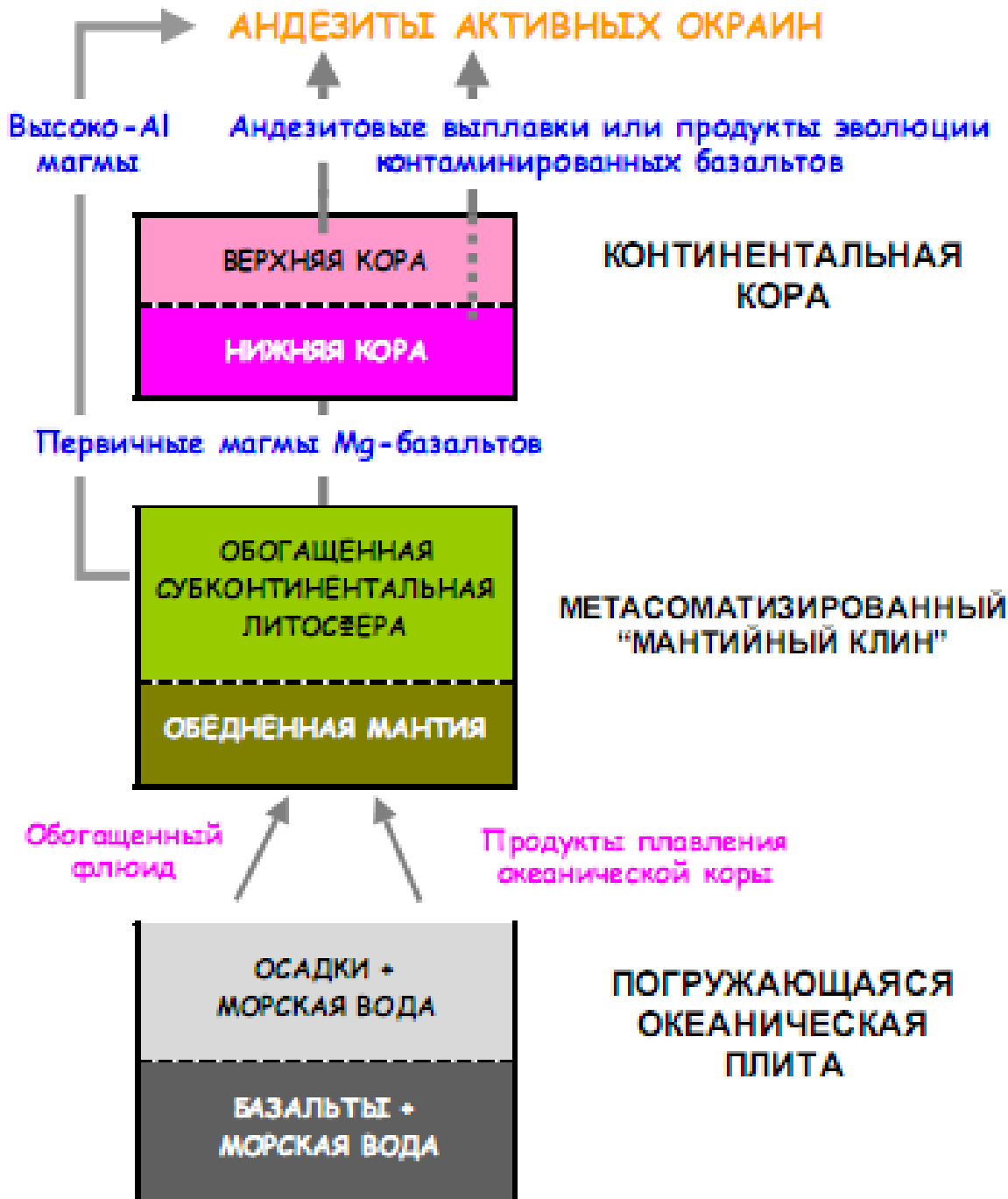


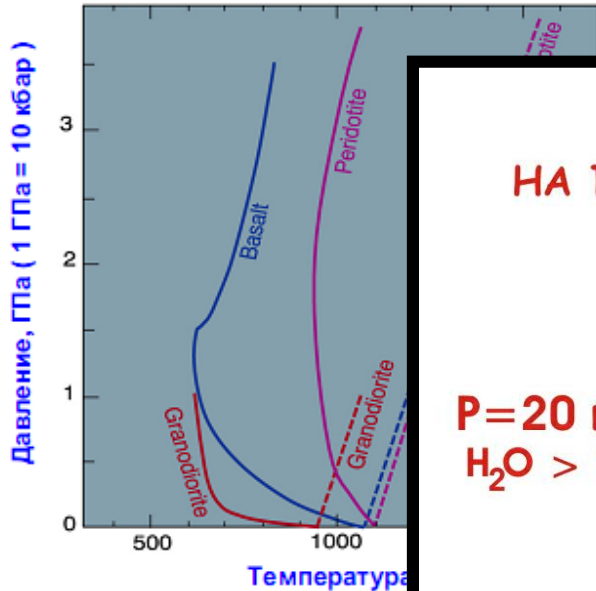
Схема образования адакитов
(Macpherson et al., 2006)

Механизмы мантийного образования андезитов

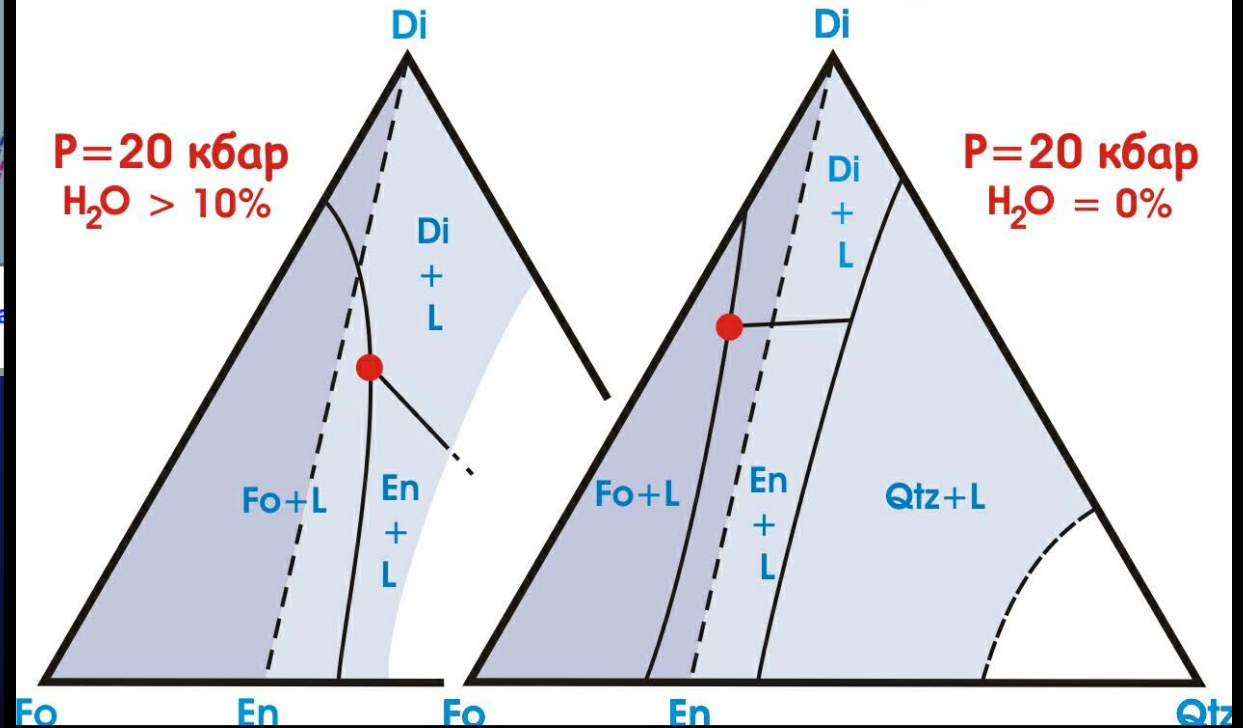
- 1. Непосредственное выплавление
андезитов в области мантийного
клина (в надсубдукционной мантии)**
- 2. Частичное плавление
метаморфизованного вещества
погружающейся океанической
плиты**

Влияние воды и давления на температуру и состав мантийных выплавок

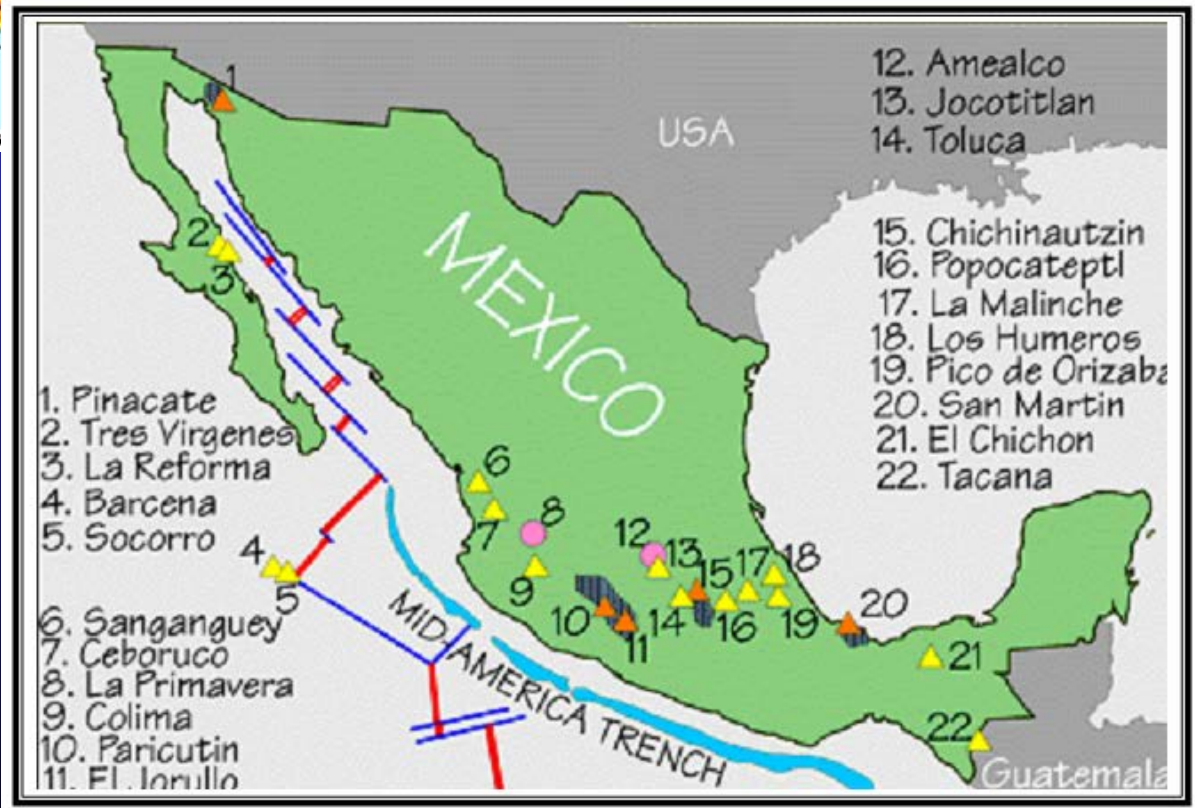
ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ СОЛИДУСА ОТ ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ СУХИХ И "ВОДНЫХ" СИСТЕМ



ВЛИЯНИЕ ВОДЫ
НА ПОЛОЖЕНИЕ ТОЧКИ РАВНОВЕСИЯ OL+CPX+OPX
В СИСТЕМЕ Fo-Di-SiO₂



Мексиканский вулканический пояс



Вулкан Колима (Colima) в Западной Мексике

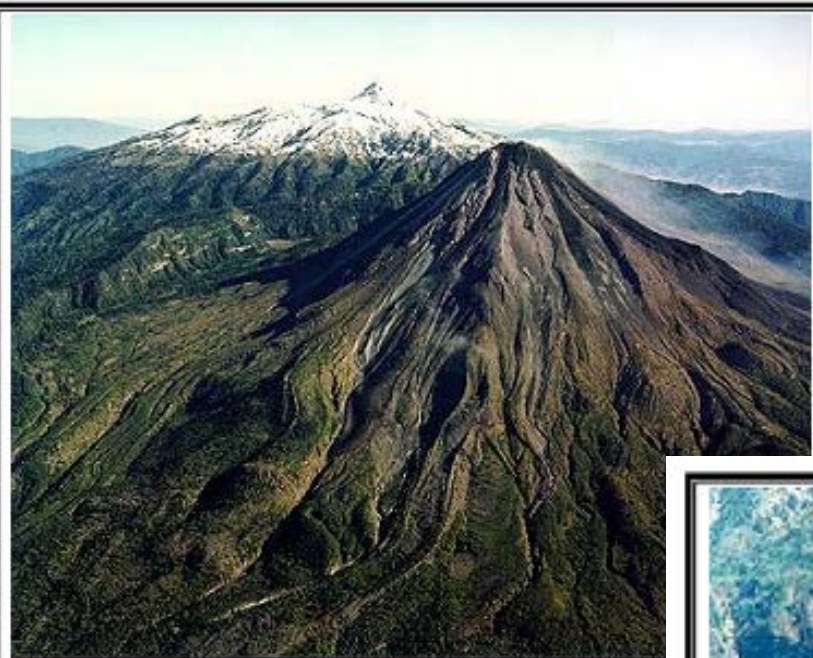


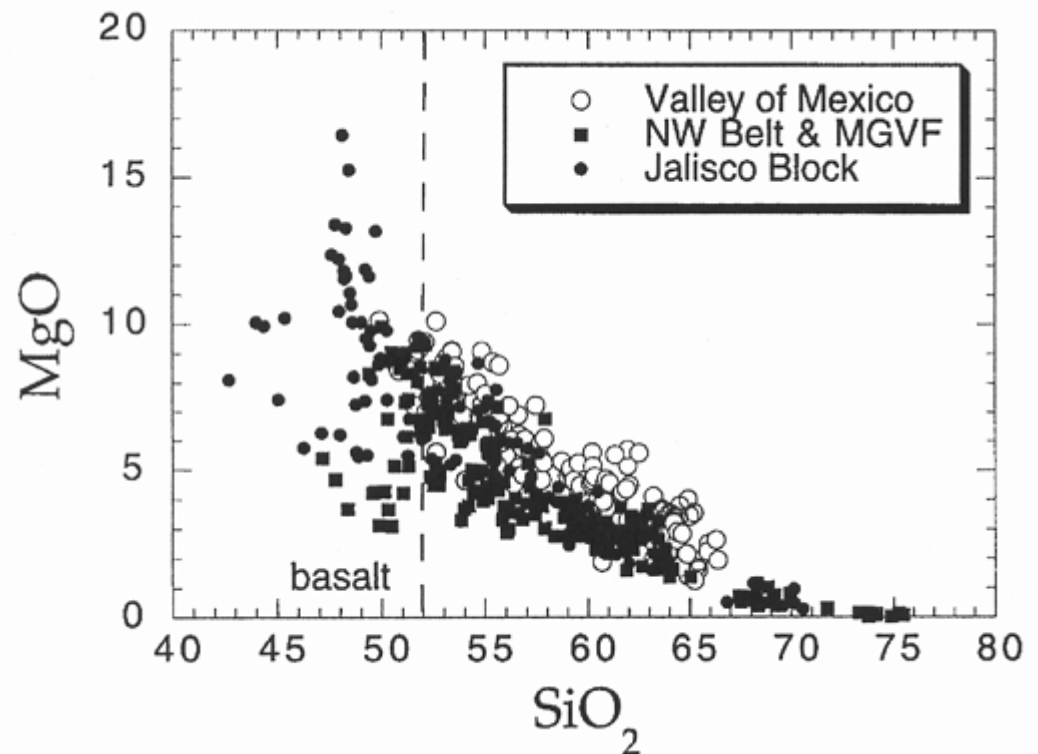
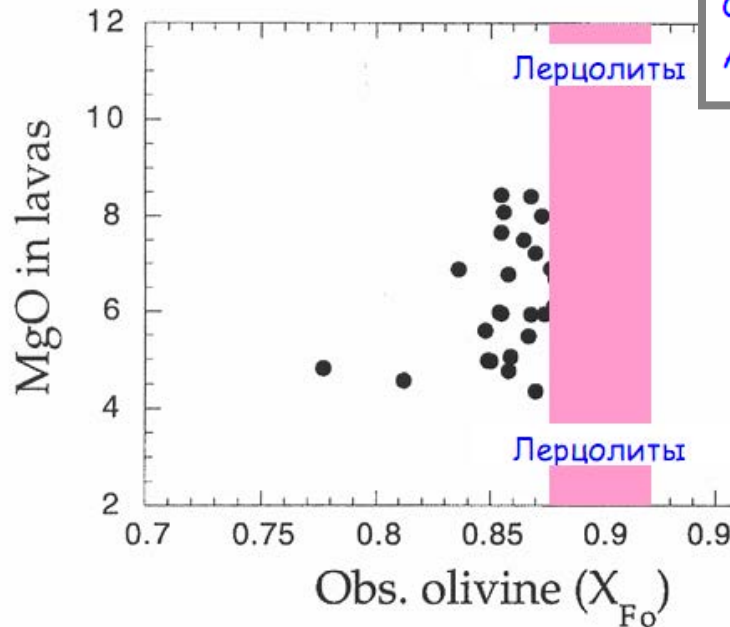
Photo courtesy of Colima Volcano



Photo courtesy of Colima Volcano Observatory

Состав оливина и изверженных пород в вулканических полях Западной Мексики

Составы ОI в лерцолите характеризуют мантийные нодули. Андезитобазальты содержат от 4 до 9 мас.% MgO.

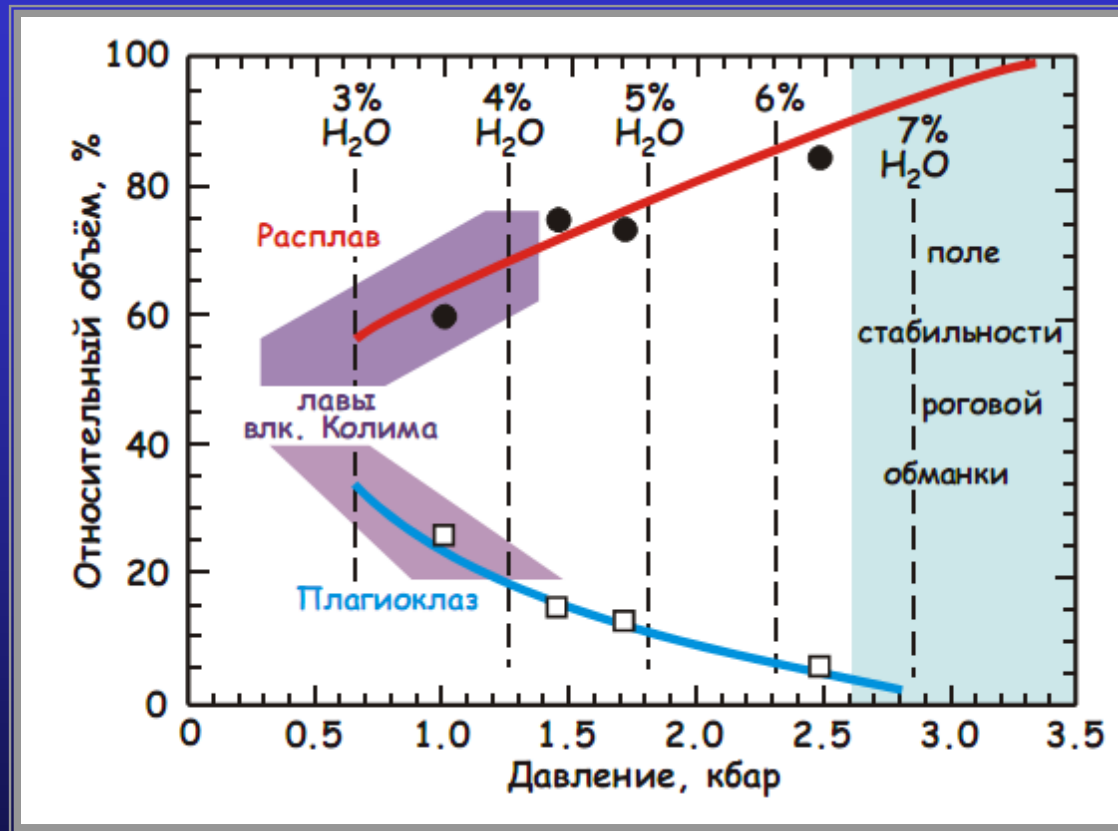


ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ШТРИХИ

к истории эволюции андезитовых магм

Соотношения количеств Pl и расплава

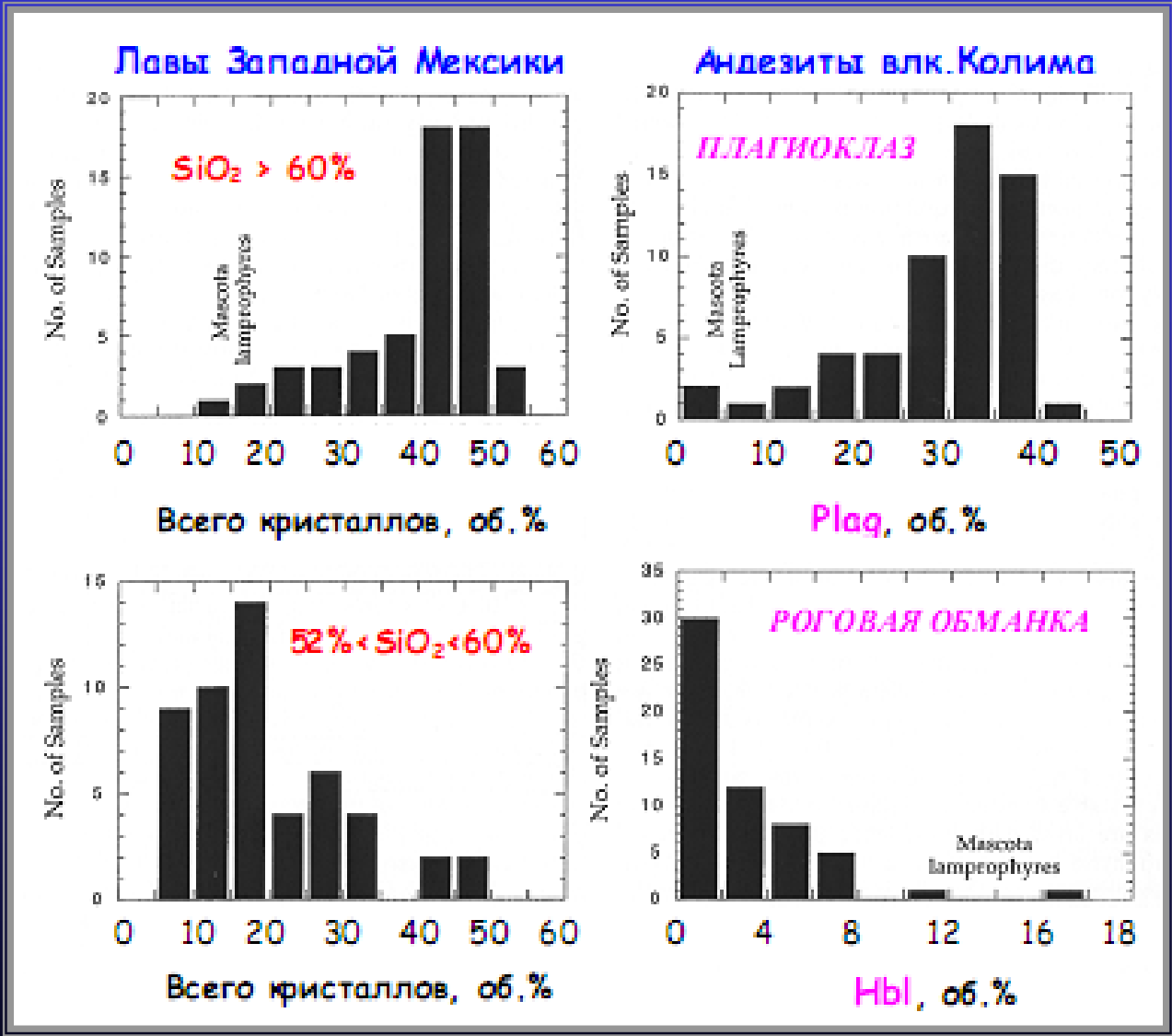
по данным экспериментов с водонасыщенным андезитом при $950 \pm 25^\circ\text{C}$
(Luhr & Carmichael, 1980, 1990)



Заштрихован диапазон содержаний фенокристаллов в андезитовых лавах вулкана Колима.

Предполагается, что с глубин изначально поступала магма роговообманковых андезитов, содержащая небольшое количество кристаллов.

Модальный состав лав вулкана Колима и вулканитов Западной Мексики (Luhr & Carmichael, 1980, 1990)

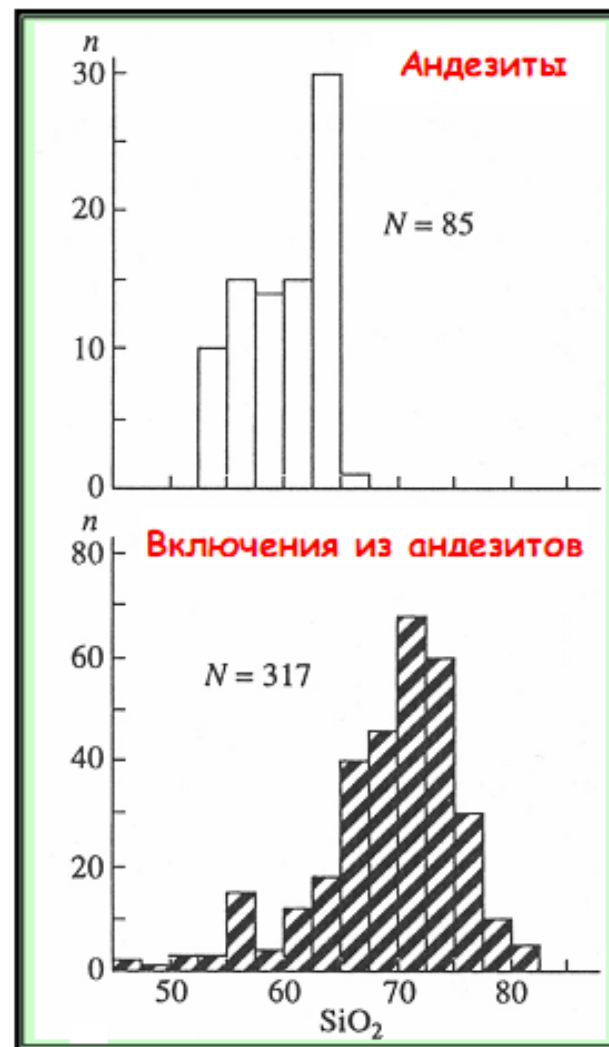


Распределение составов расплавных включений



Гистограммы содержаний SiO_2 в расплавных включениях из главных типов магматических пород

Гистограммы содержаний SiO_2 в андезитах и расплавных включениях из андезитов



Возможные спекуляции ...

Другой важный результат этого анализа состоит в том, что декомпрессионный механизм предполагает сброс более 80% магматической воды в нижних горизонтах земной коры.

Это может являться фактором резкого понижения температуры солидуса коровых пород и формирования долгоживущих магматических очагов.

Отсюда – возможность подмешивания коровых расплавов к продуктам кристаллизации мантийных магм и проявление признаков контаминации коровым материалом.