

Общая тема:

АКТИВНЫЕ ОКРАИНЫ КОНТИНЕНТОВ

Лекция № 28

Происхождение андезитов: обзор гипотез

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

Схема образования АНДЕЗИТОВЫХ МАГМ

АНДЕЗИТЫ АКТИВНЫХ ОКРАИН

Высоко-Al
магмы

Андезитовые выплавки или продукты эволюции
контаминированных базальтов

ВЕРХНЯЯ КОРА

НИЖНЯЯ КОРА

КОНТИНЕНТАЛЬНАЯ
КОРА

Первичные магмы Mg-базальтов

ОБОГАЩЕННАЯ
СУБКОНТИНЕНТАЛЬНАЯ
ЛИТОСФЕРА

МЕТАСОМАТИЗИРОВАННЫЙ
"МАНТИЙНЫЙ КЛИН"

ОБЕДНЕННАЯ МАНТИЯ

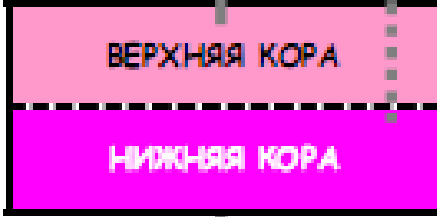
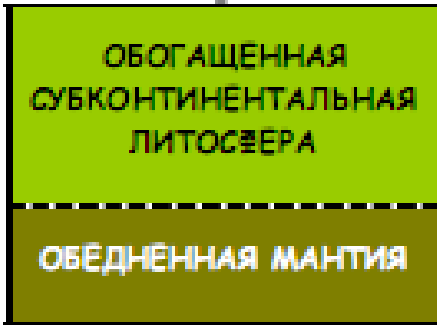
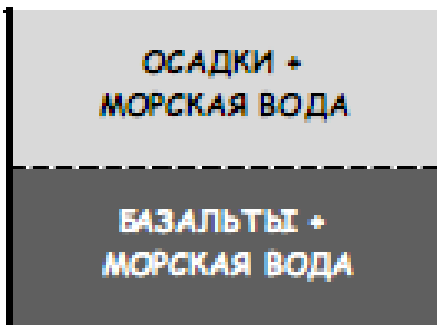
Обогащенный
флюид

Продукты плавления
океанической коры

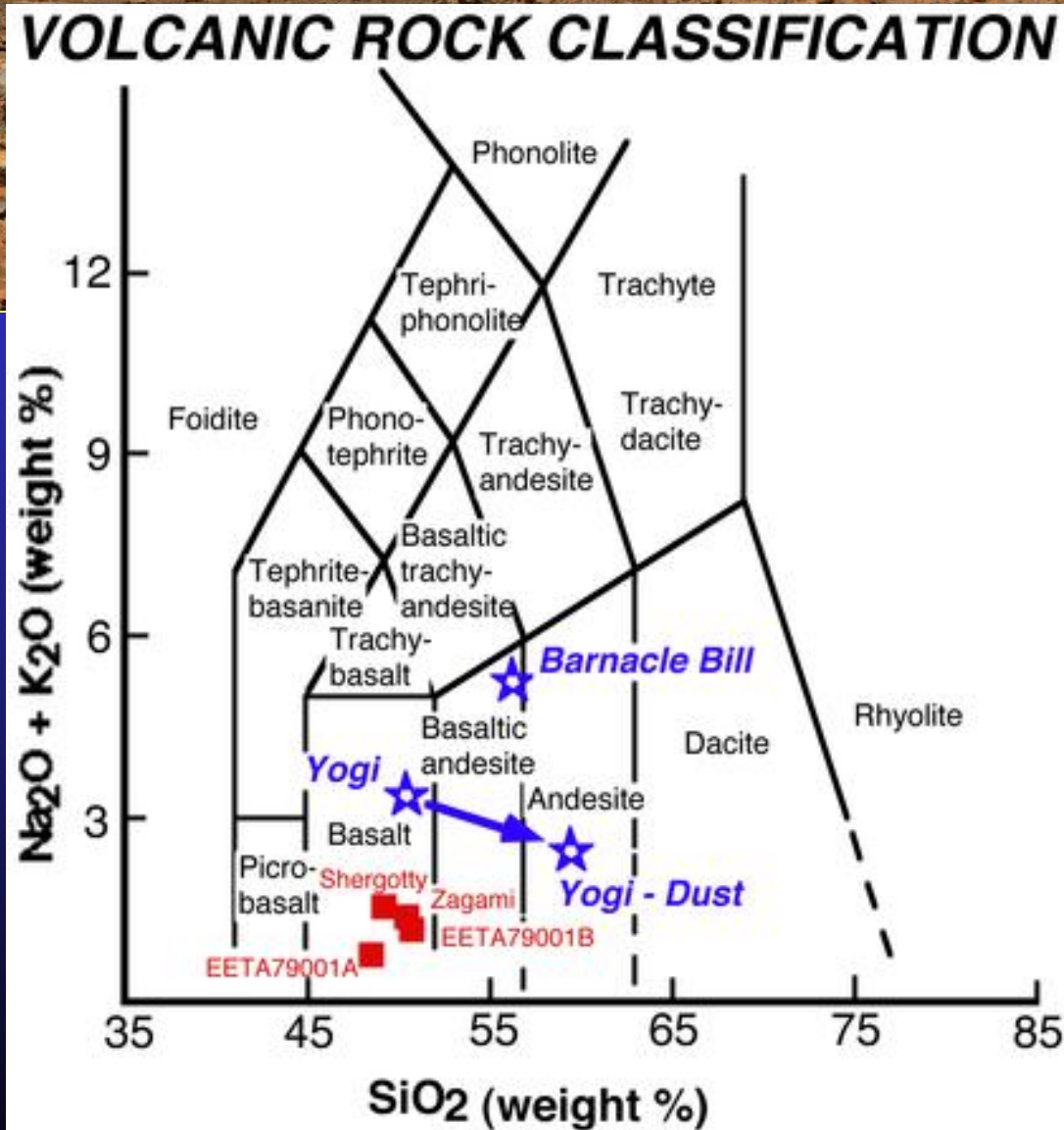
ОСАДКИ +
МОРСКАЯ ВОДА

БАЗАЛЬТЫ +
МОРСКАЯ ВОДА

ПОГРУЖАЮЩАЯСЯ
ОКЕАНИЧЕСКАЯ
ПЛИТА



Результаты миссии Mars Pathfinder - APXS



Окислы

- SiO_2
- Al_2O_3
- FeO
- MgO
- CaO
- Na_2O
- K_2O
- MnO
- TiO_2
- SO_3

нь Yogi

Классификация субдукционных серий

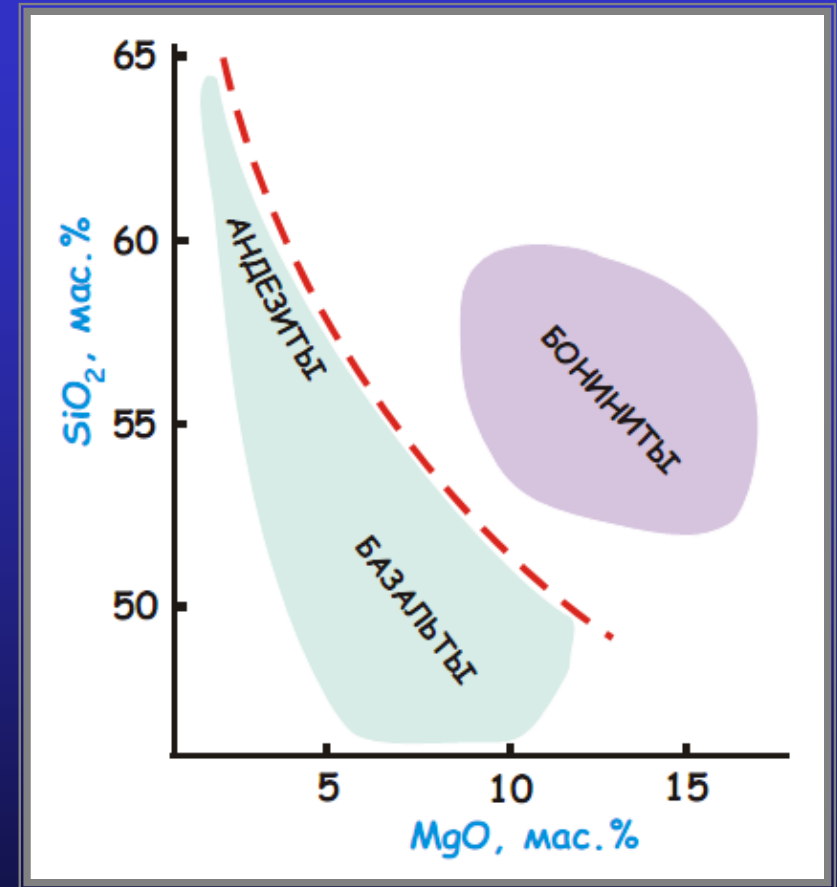
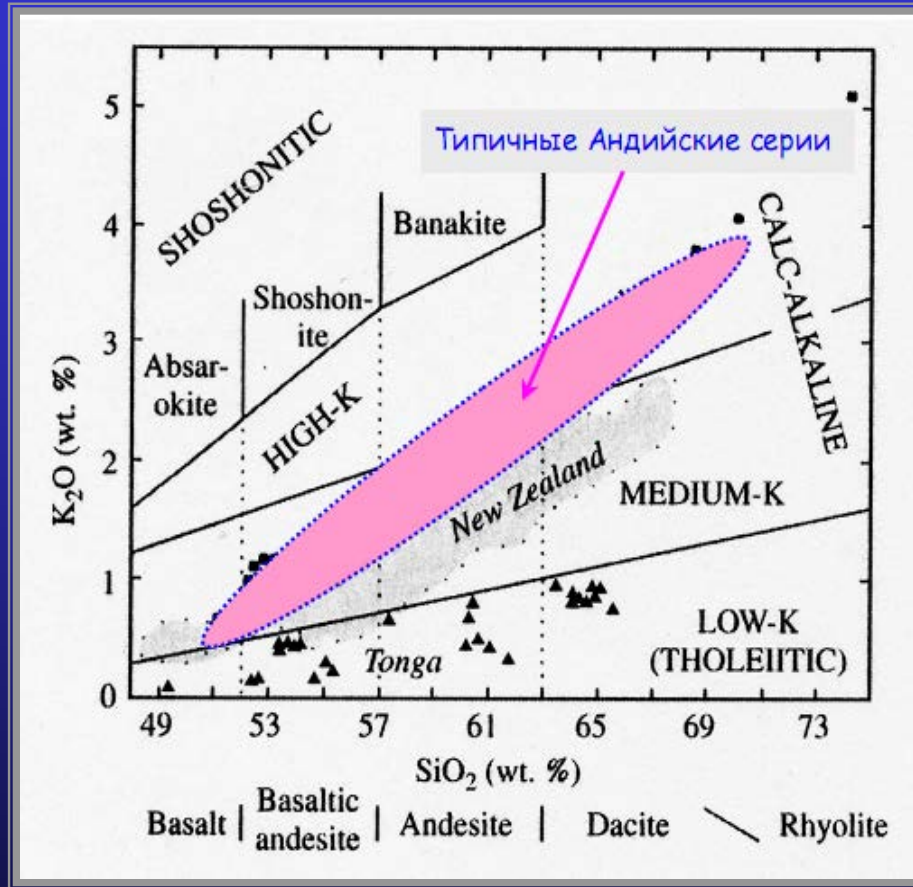
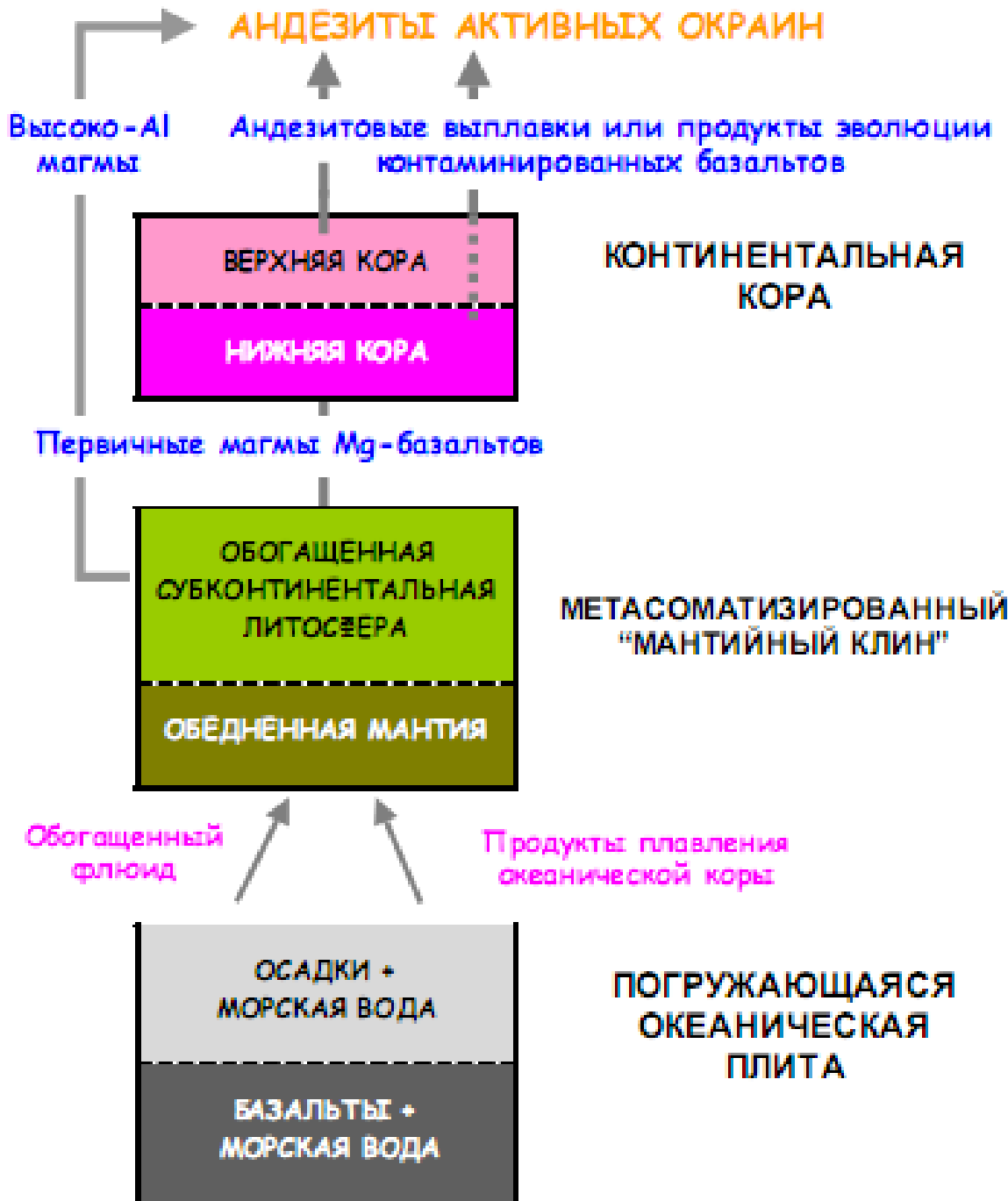


Схема образования андезитовых магм и важнейшие процессы:

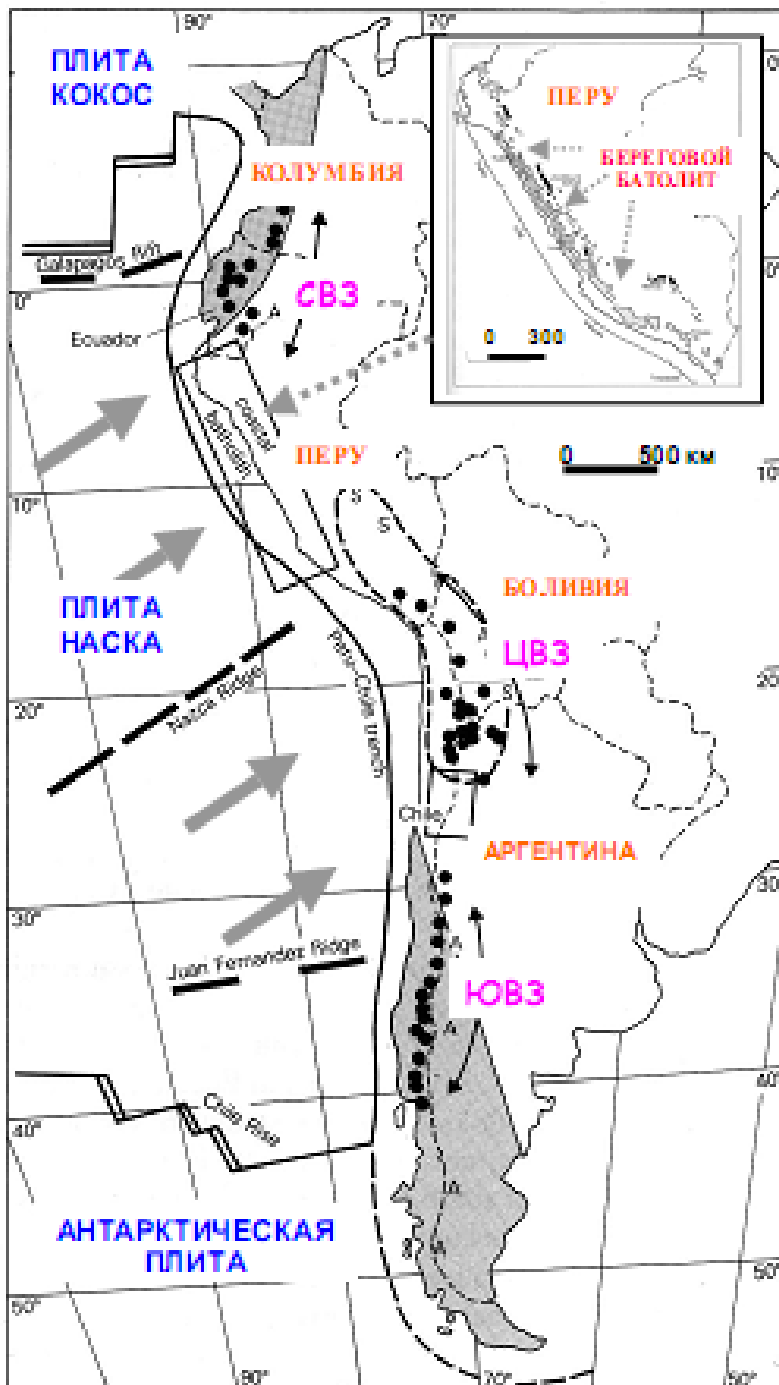
1. Внутрикоровые
2. Мантийные
3. Многостадийные мантийно-коровые



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**

Распределение голоценовых вулканов вдоль Андских Кордильер

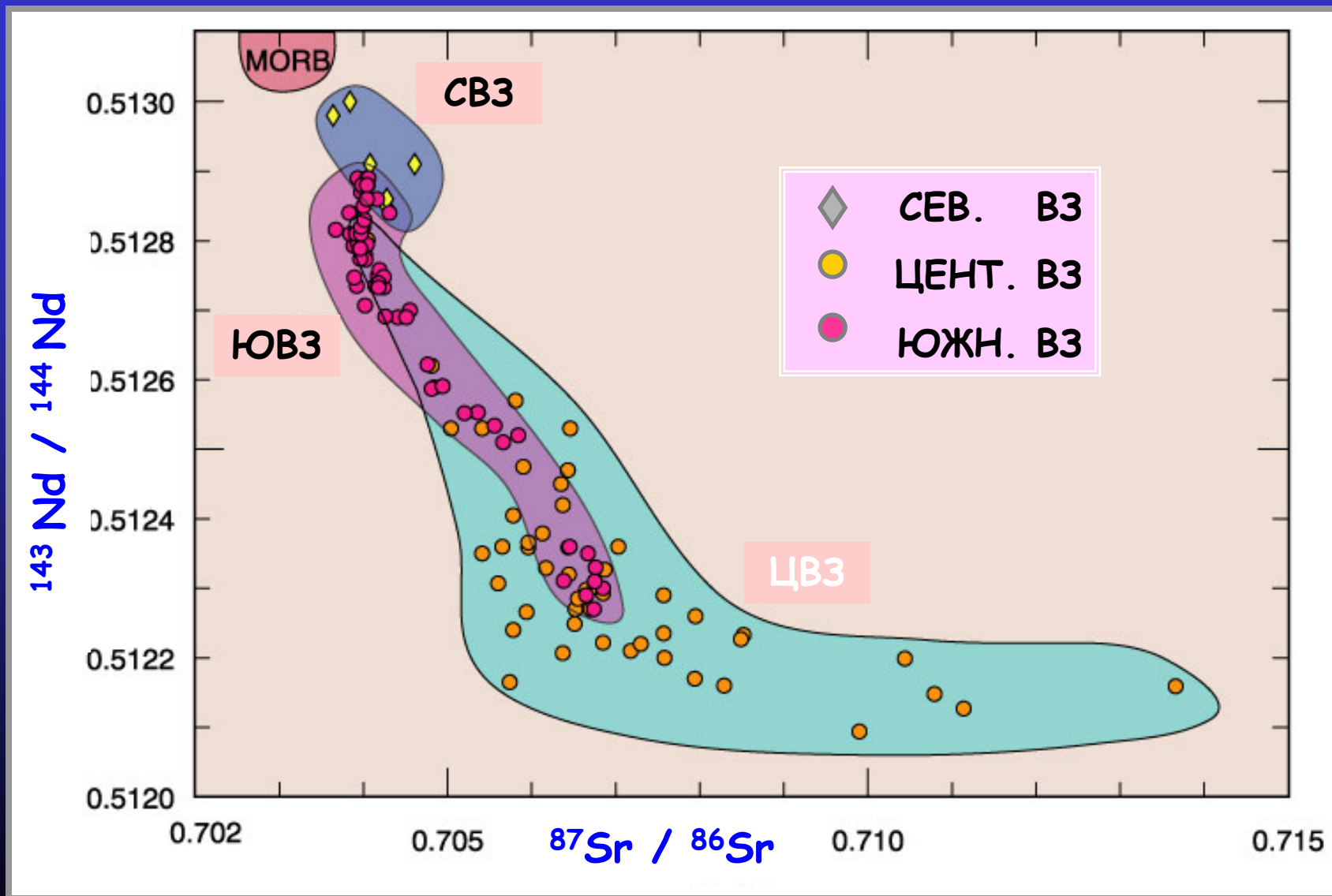


SVZ - Северная
Вулканическая
Зона

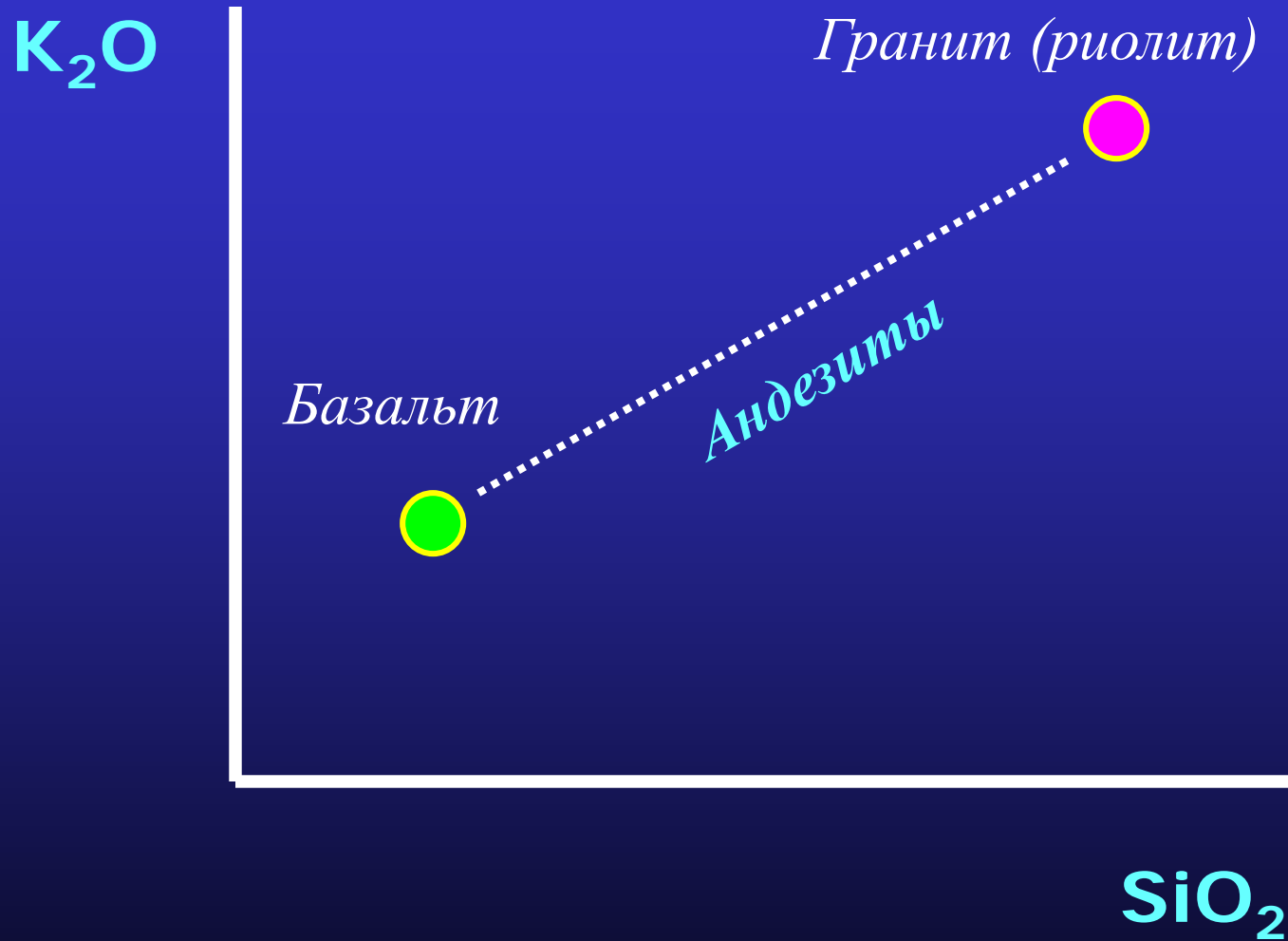
CVZ - Центральная
Вулканическая
Зона

JVZ - Южная
Вулканическая
Зона

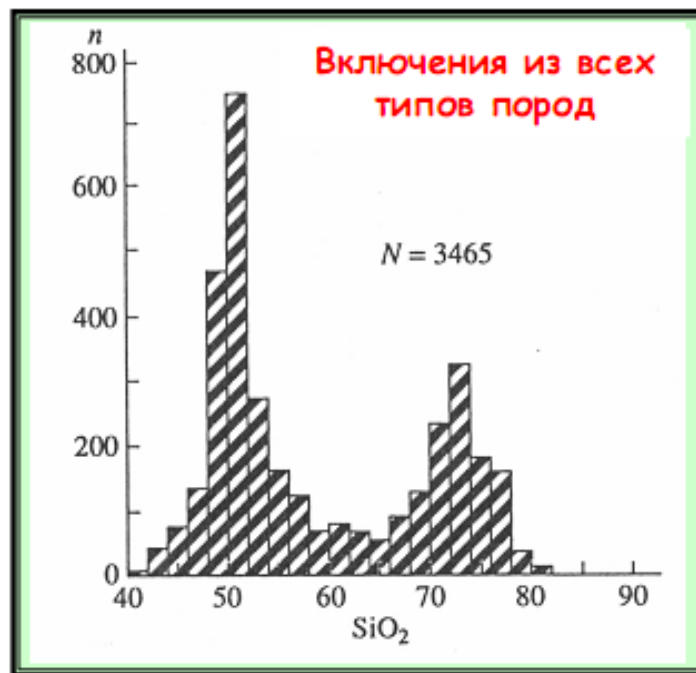
Sr/Nd систематика вулканических пород Андской окраины как сигнал ассимиляции



Гипотеза внутрикорового смешения магм



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



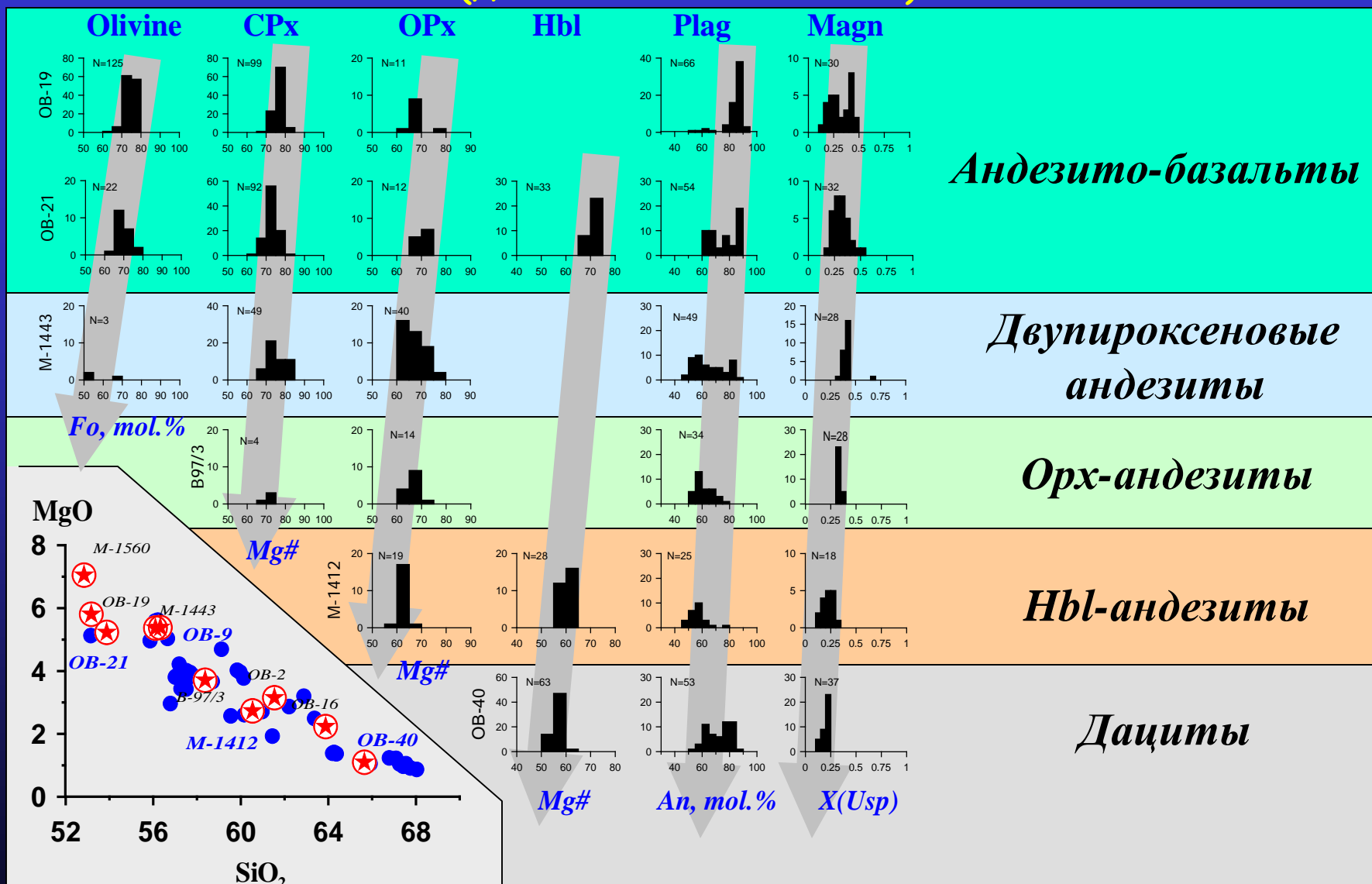
Вариации состава Срх в лавах влк. Безымянный

(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

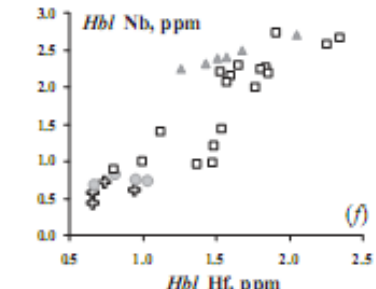
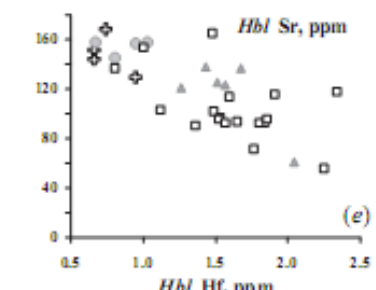
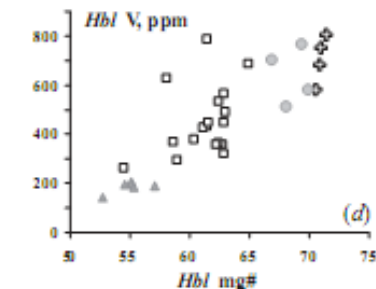
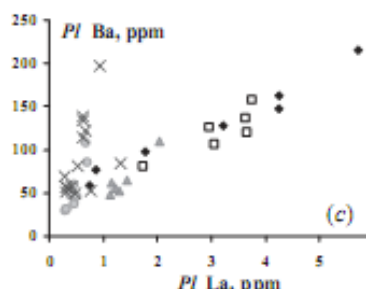
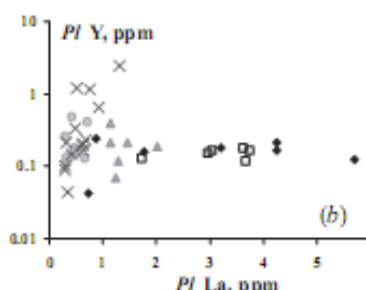
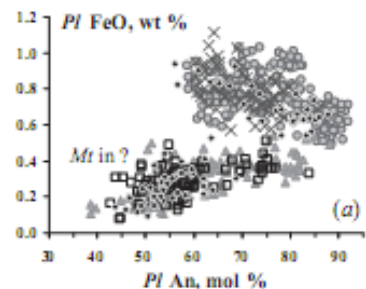
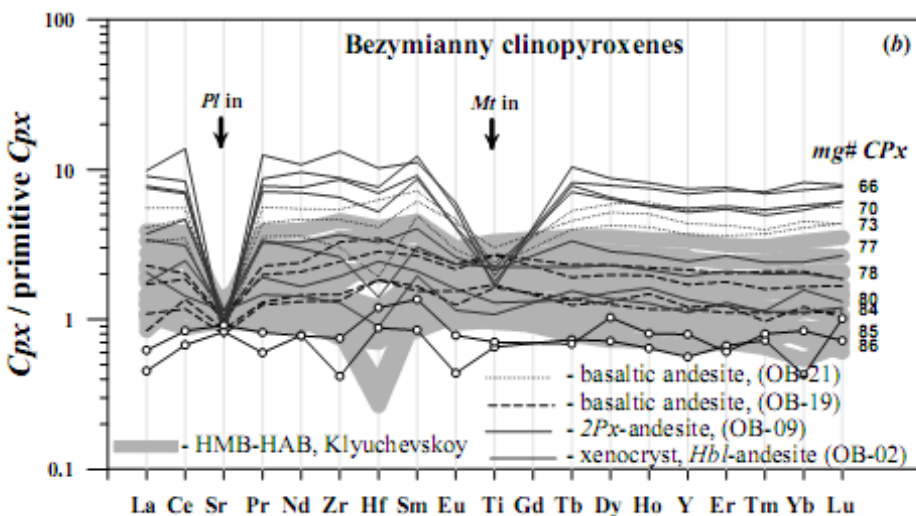
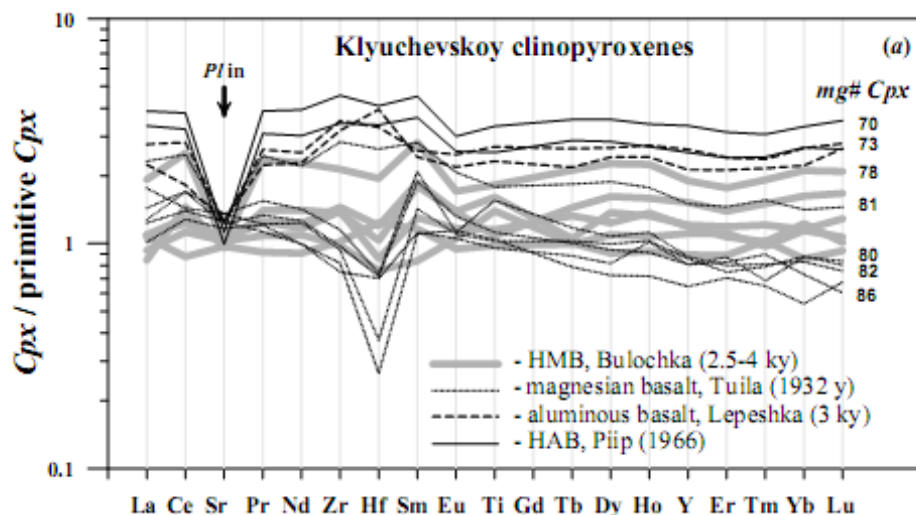
Составы вкрапленников в лавах влк. Безымянный

(данные Р.Р. Альмеева)



● лавы влк. Безымянный ★ Породы, в которых был изучен состав фенокристаллов

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



- × - Klyuchevskoy
- - basaltic andesites
- ◻ - Hbl-andesites
- ◊ - Hbl-Cpx xenolith
- ◆ - 2Px-andesites
- △ - dacites

Генетическое значение состава основной массы породы

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:

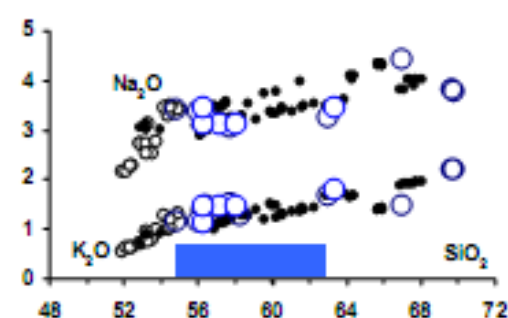
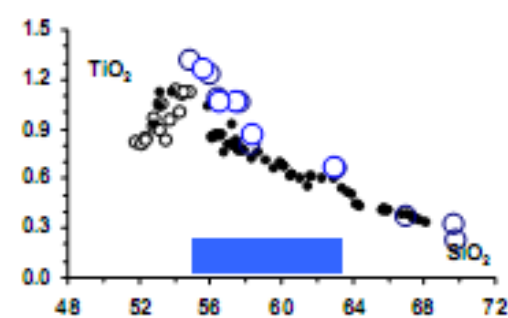
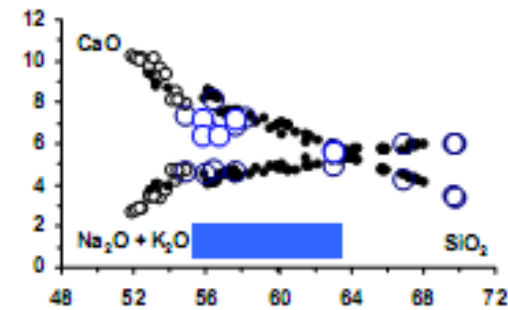
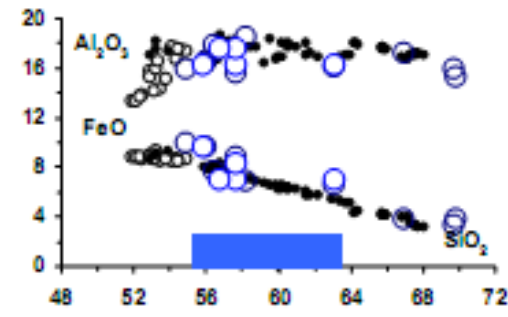
C_B - валовый состав породы
 F_M - доля фенокристаллов
 C_M - средневзвешенный состав фенокристаллов, то

состав основной массы (магматического расплава)

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

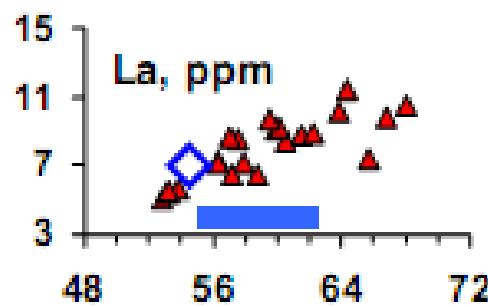
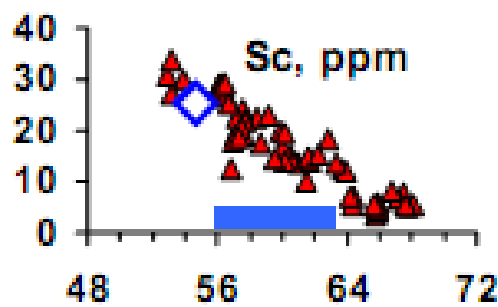
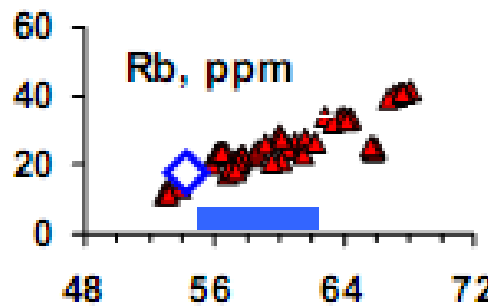
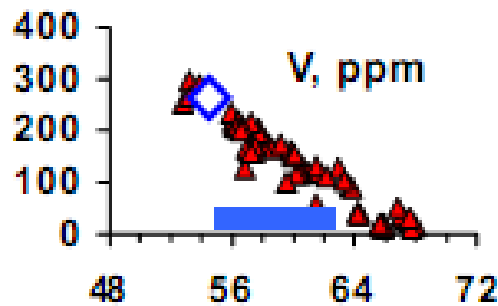
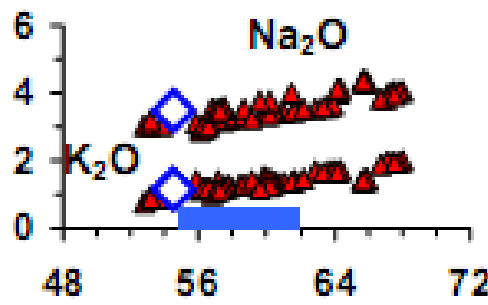
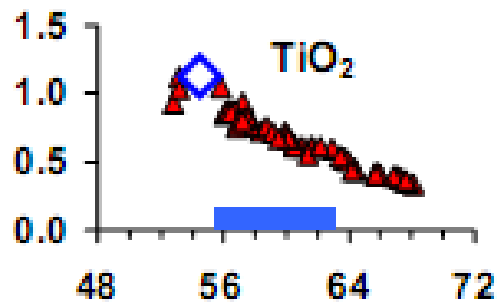
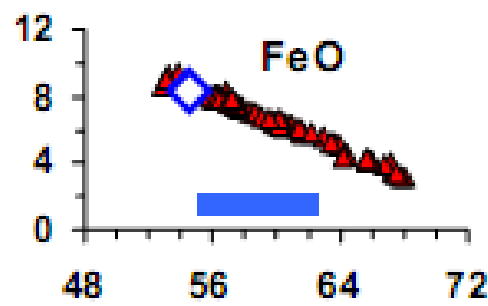
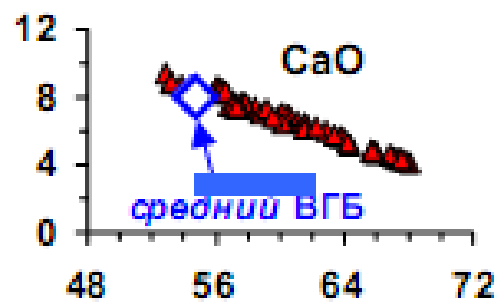
Наши оценки состава основных масс для андезито-базальтов и андезитов влк. Безымянный однозначно указывают на систему среднего состава с содержанием SiO_2 56-63 мас.%.
 Тогда как данные по расплавленным включениям дают систематически более кислый состав – около 70% SiO_2 .

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



SiO_2 , мас.%

Геохимические свидетельства фракционной кристаллизации



SiO₂

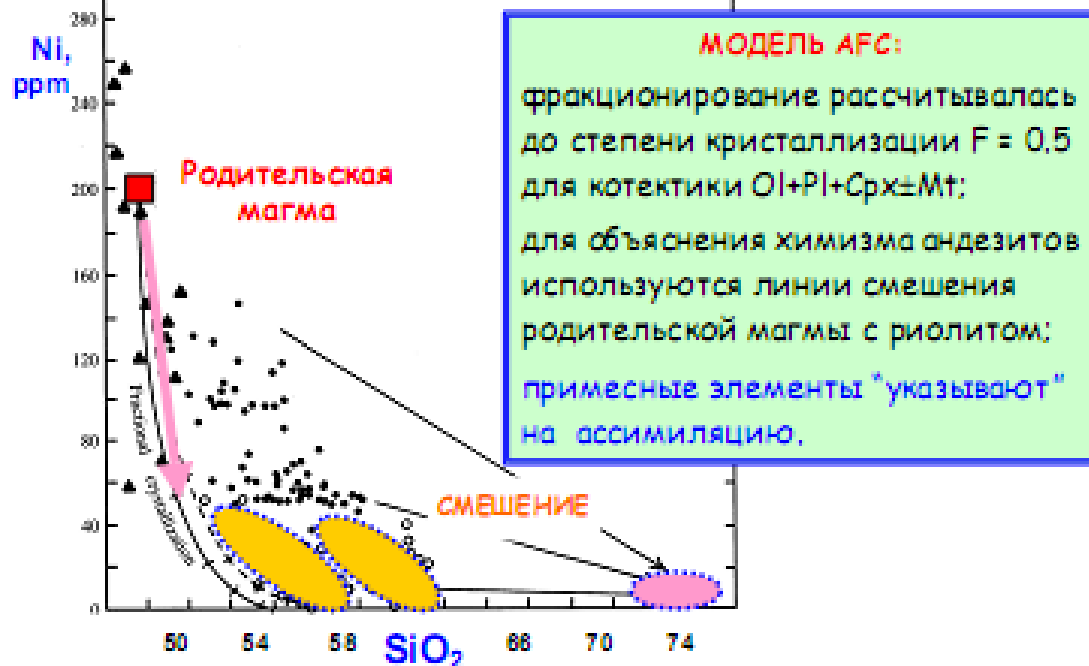
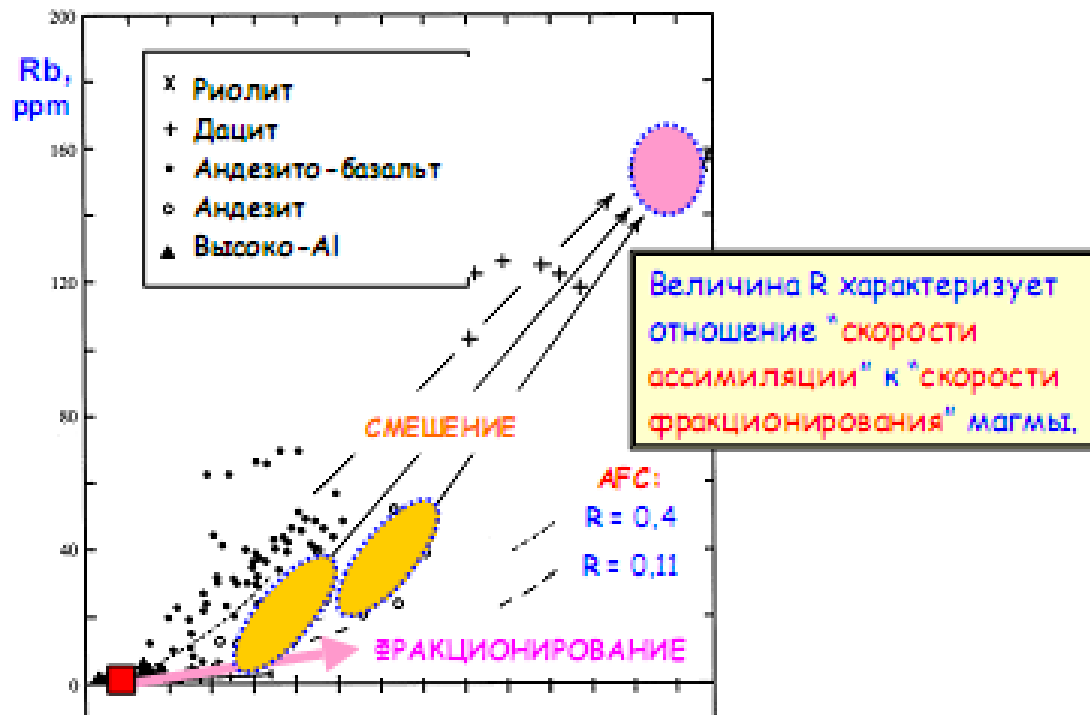
SiO₂

*Вариации состава лав
вулкана Безымянный*

Дополнительные замечания касательно ВГБ

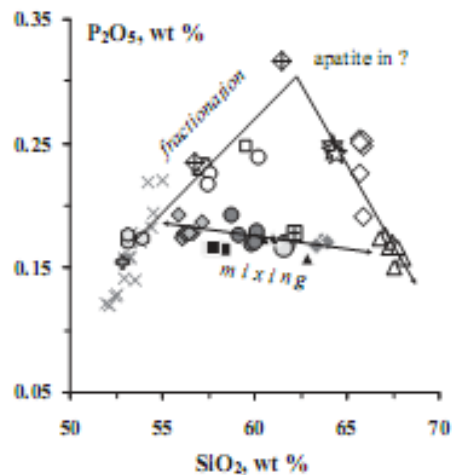
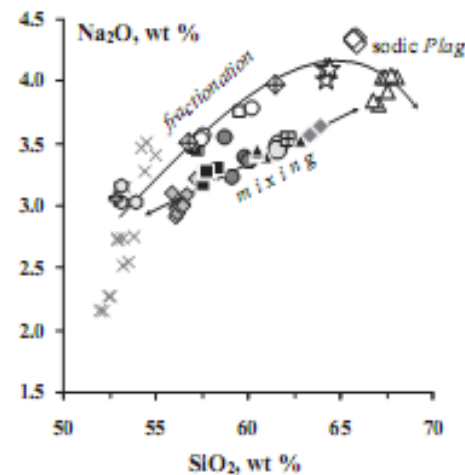
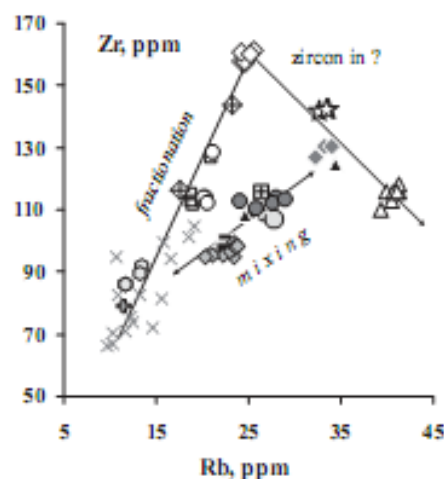
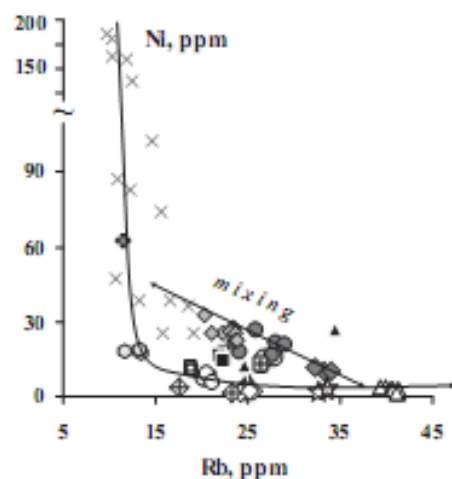
1. В отличие от островных дуг исходные базальтовые магмы Восточно-Тихоокеанского типа несут признаки более обогащенного источника, т.е. характеризуются повышенной степенью накопления щелочей, фосфора, титана и крупно-ионных литофильных элементов.
2. Эволюция этих расплавов приводит к формированию относительно глубоких 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

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-Bezymianny (>10 ky)

Bezymianny (<10 ky)

- Platina Dome
- Stupenchaty Dome
- ◆ Dvuglavy Dome
- ◇ Pravitly and Gladkii Domes
- △ Raschlenenny Dome

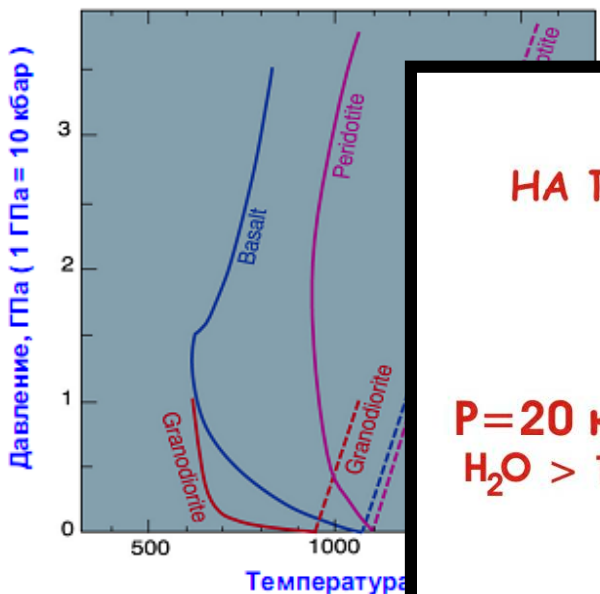
- | B-I | B-II | B-III |
|----------------------|----------------------|-----------|
| ◆ LF-II | ● LF-IV | ■ PF-1997 |
| ⊞ Greben Dome | ◆ Lakhmaty Dome | ▲ LF-VI |
| ☆ Treugolny Zub Dome | ○ Expedition Dome | |
| | ○ basaltic andesites | |

Механизмы мантийного образования андезитов

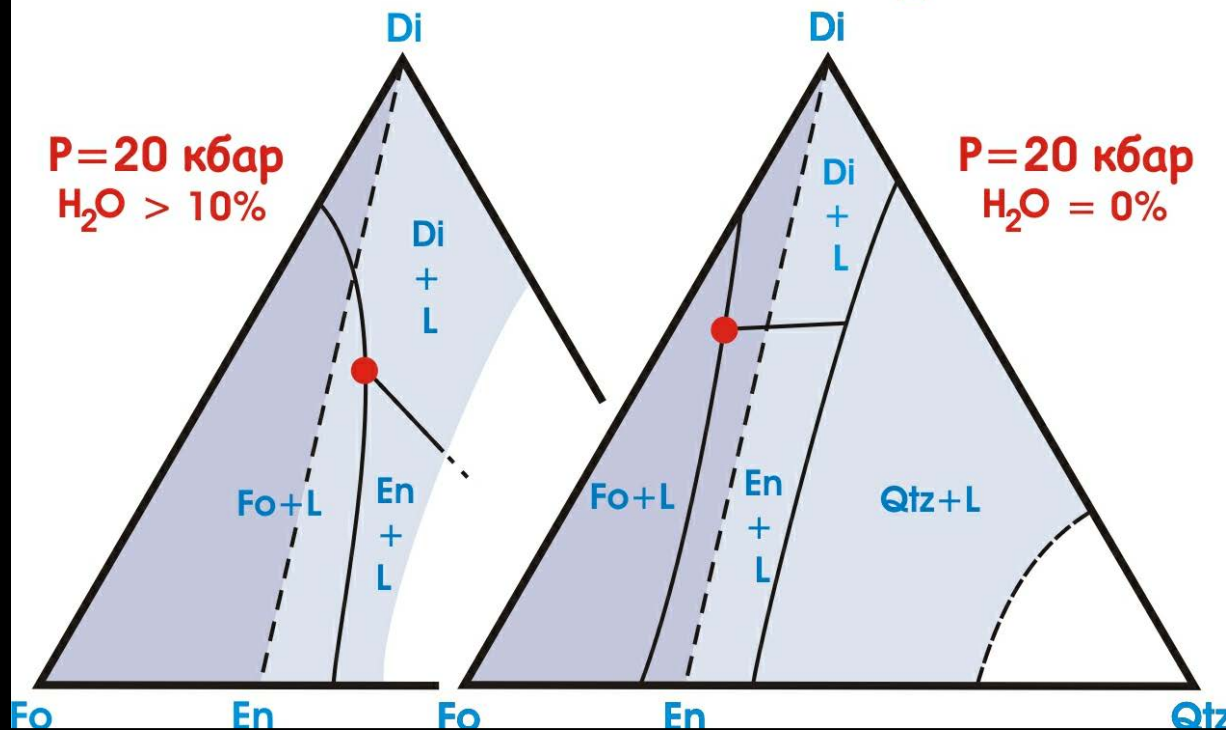
- 1. Непосредственное выплавление андезитов в области мантийного клина (в надсубдукционной мантии)**
- 2. Частичное плавление метаморфизованного вещества погружающейся океанической плиты**

Влияние воды и давления на температуру и состав мантийных выплавок

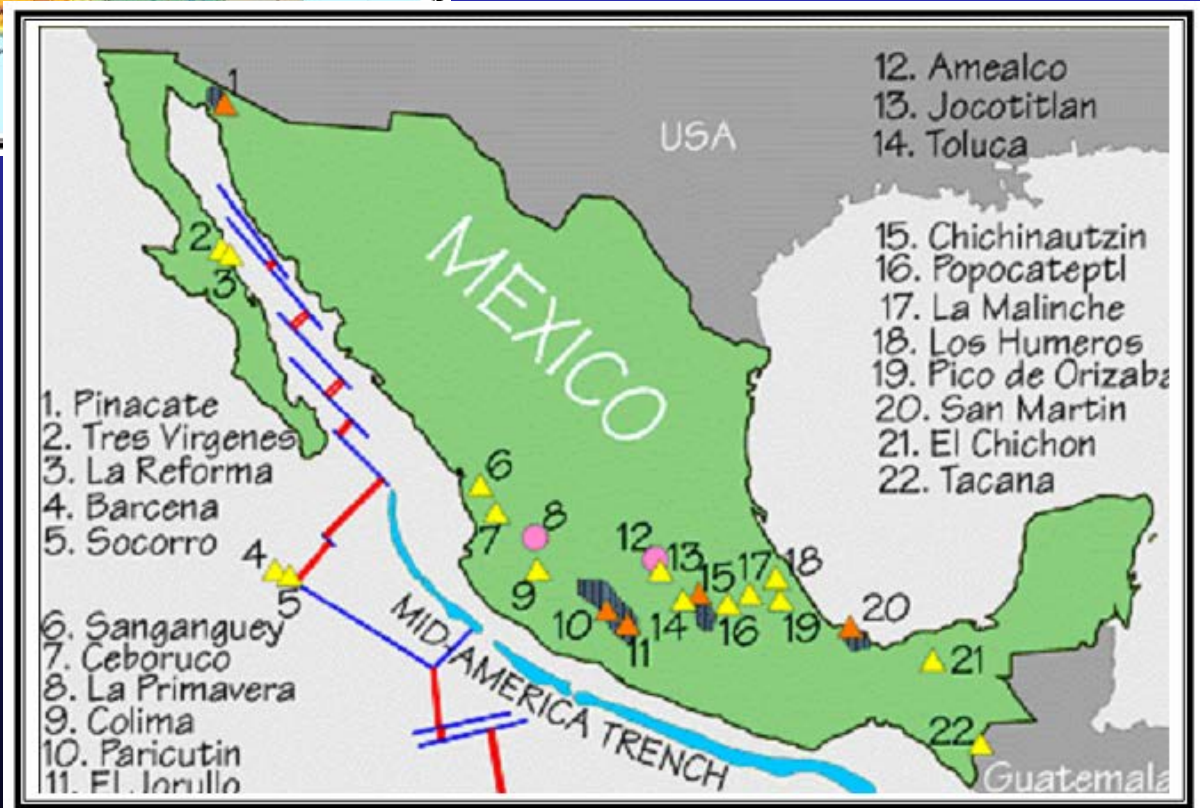
ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ СОЛИДУСА ОТ ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ СУХИХ И "ВОДНЫХ" СИСТЕМ



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

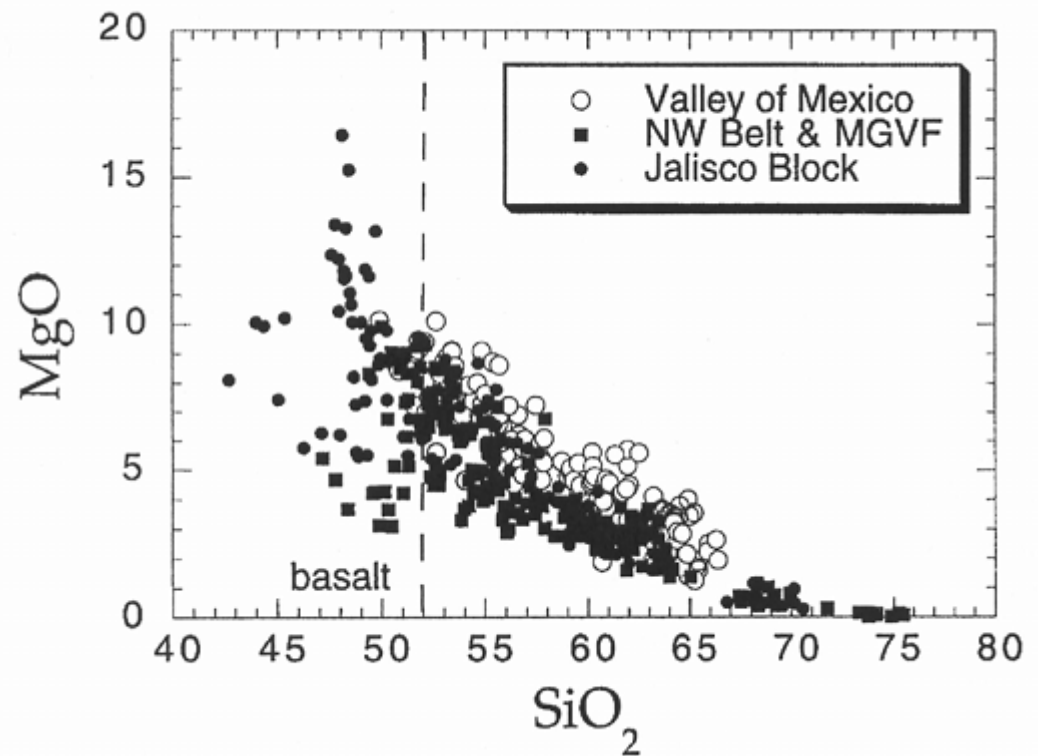
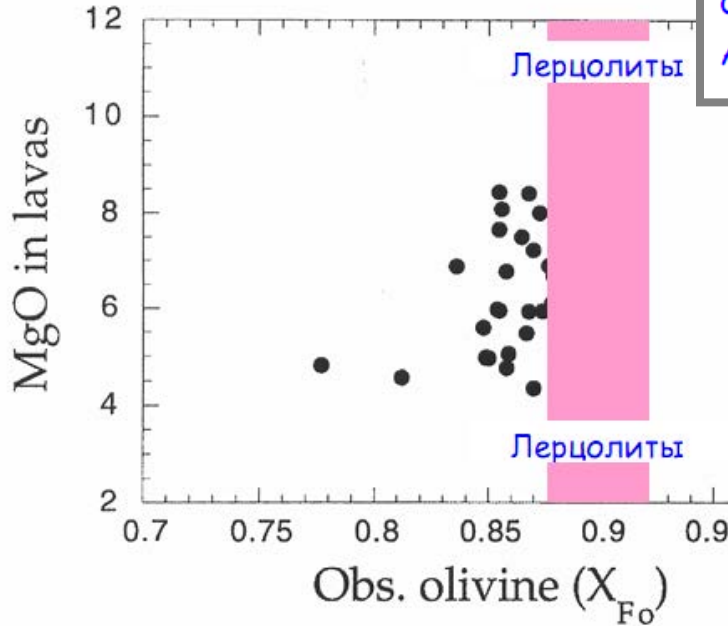


Мексиканский вулканический пояс



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.



Вулкан Колима (Colima) в Западной Мексике



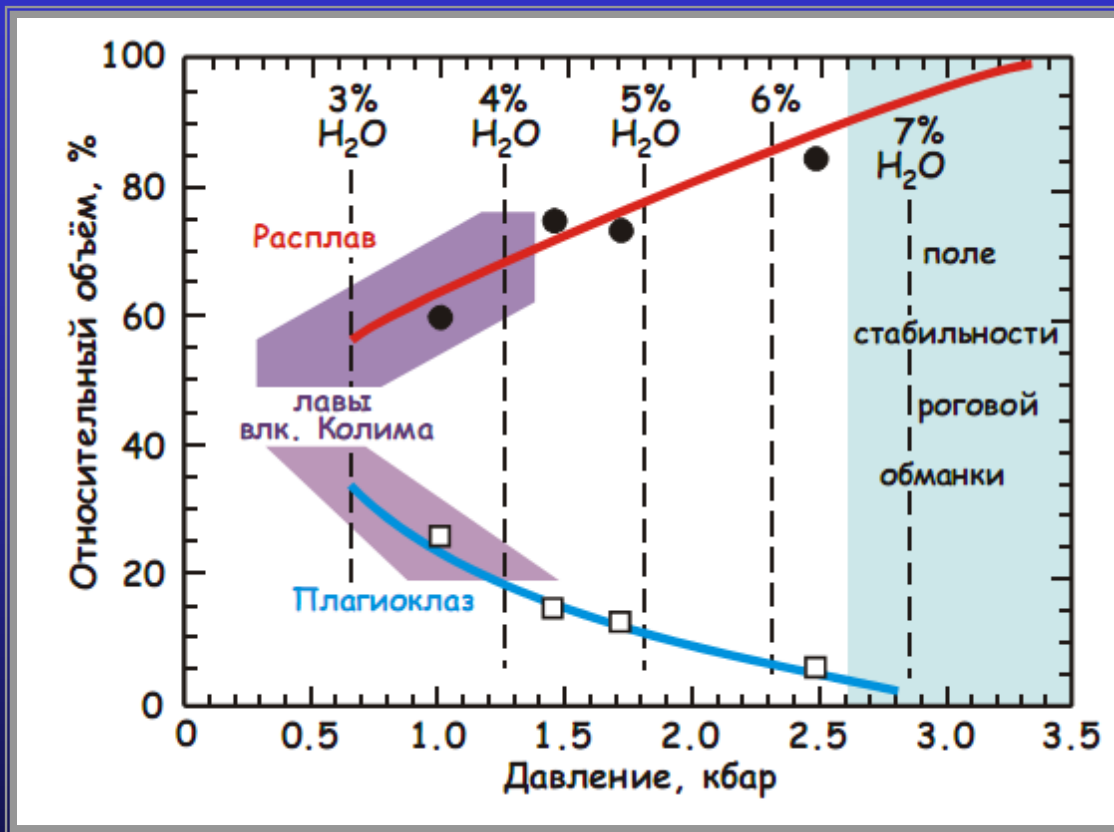
Photo courtesy of Colima Volcano



Photo courtesy of Colima Volcano Observatory

Соотношения количеств Pf и расплава

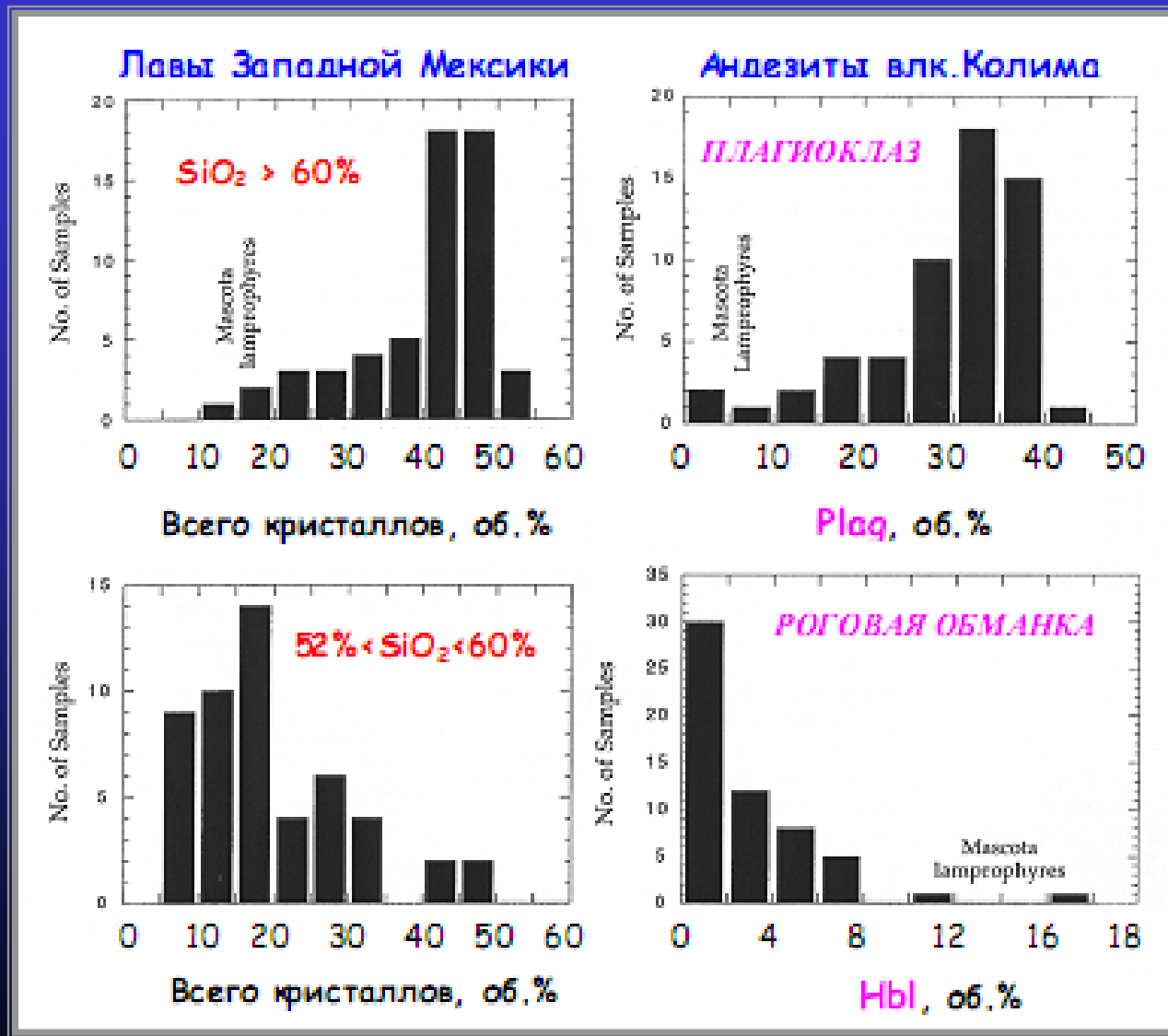
по данным экспериментов с водонасыщенным андезитом при $950 \pm 25^\circ C$
(Luhr & Carmichael, 1980, 1990)



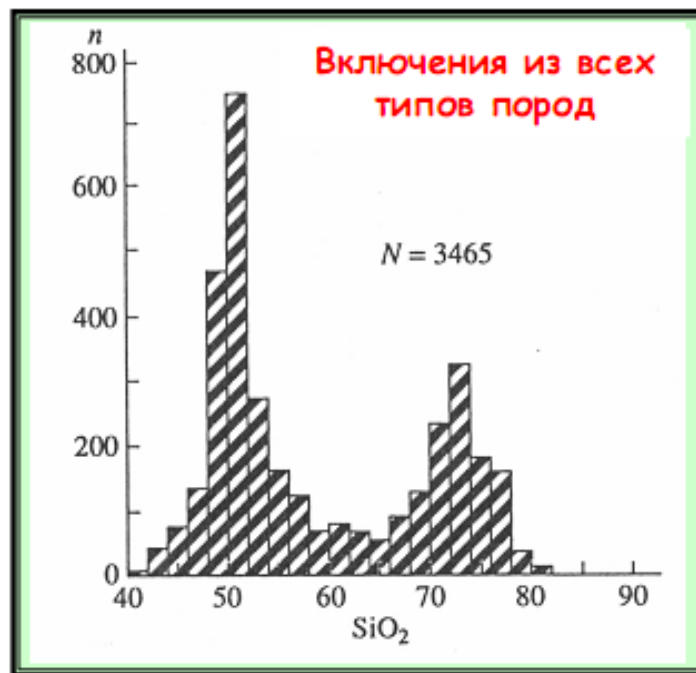
Заштрихован диапазон содержаний фенокристаллов в андезитовых лавах вулкана Колима.

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 SiO₂ в расплавных включениях из главных типов магматических пород

Гистограммы содержаний SiO₂ 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.