

ПЕТРОЛОГИЯ, часть 2. Магматизм

Лекция 10. Магматизм конвергентных окраин

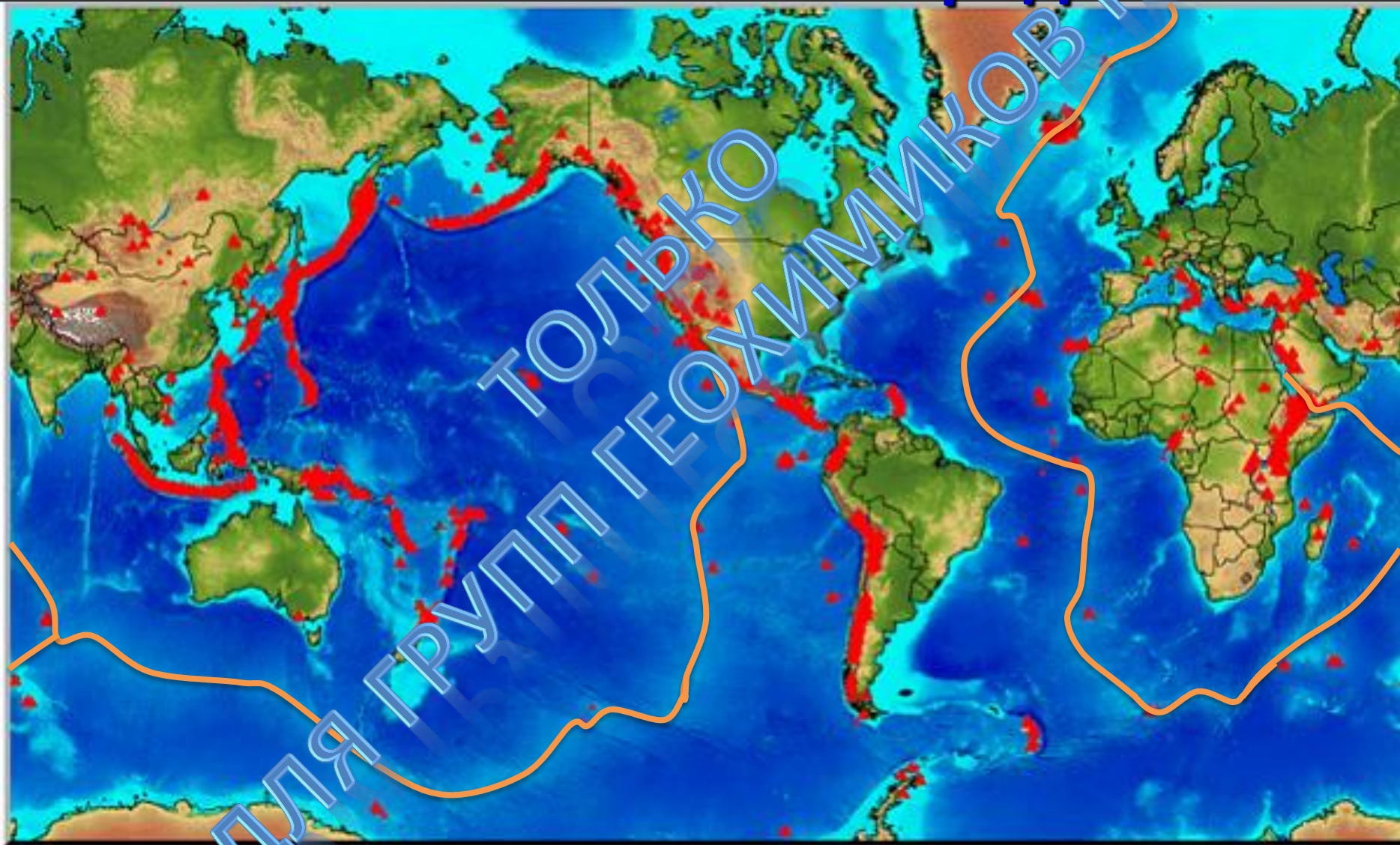
каф.петрологии

Геологический факультет МГУ

2013

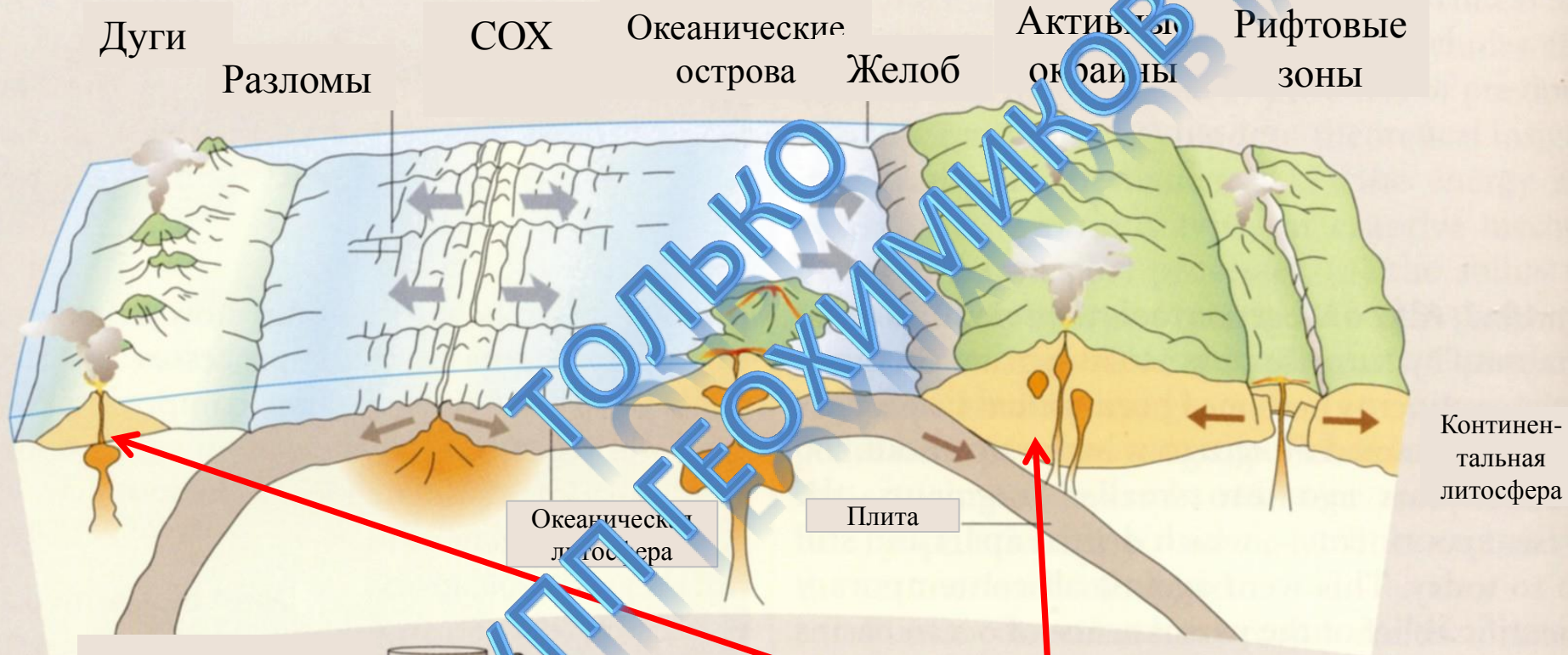
ТОЛЬКО
ДЛЯ ГРУПП
ГЕОХИМИКОВ
МГУ

Где происходит образование магматических пород?



Проявления вулканизма трассируют области современного магматизма

Продуктивность современных геодинамических обстановок



Вулканические

Интрузивные

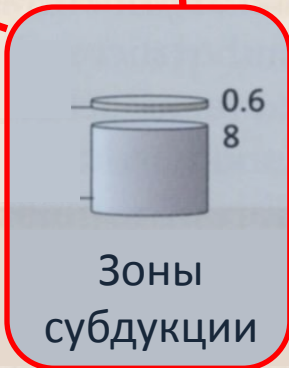
км³/год



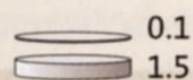
СОХ



Океанические острова



Зоны субдукции

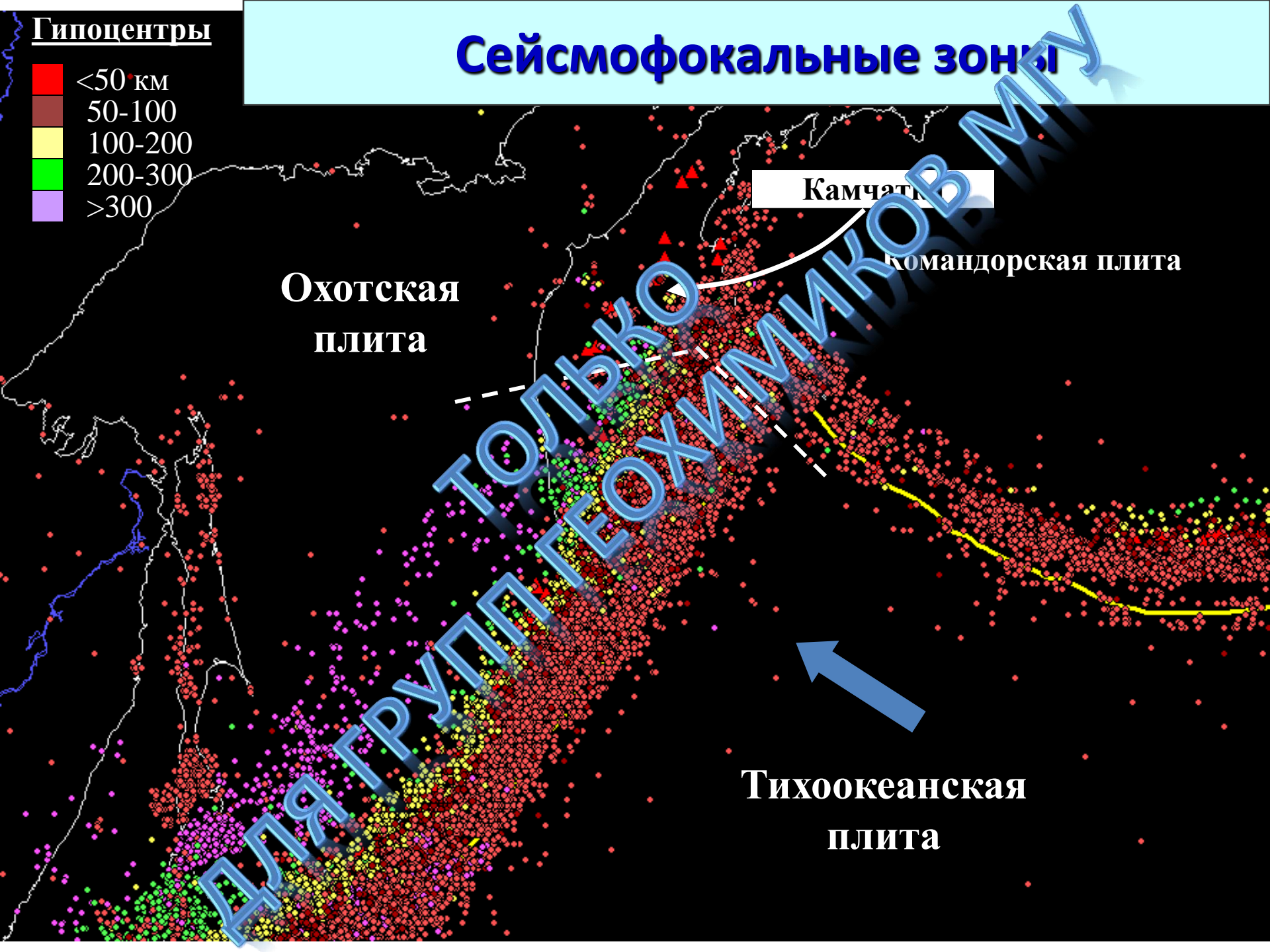


Континентальные рифты

Гипоцентры

- <50 км
- 50-100
- 100-200
- 200-300
- >300

Сейсмофокальные зоны



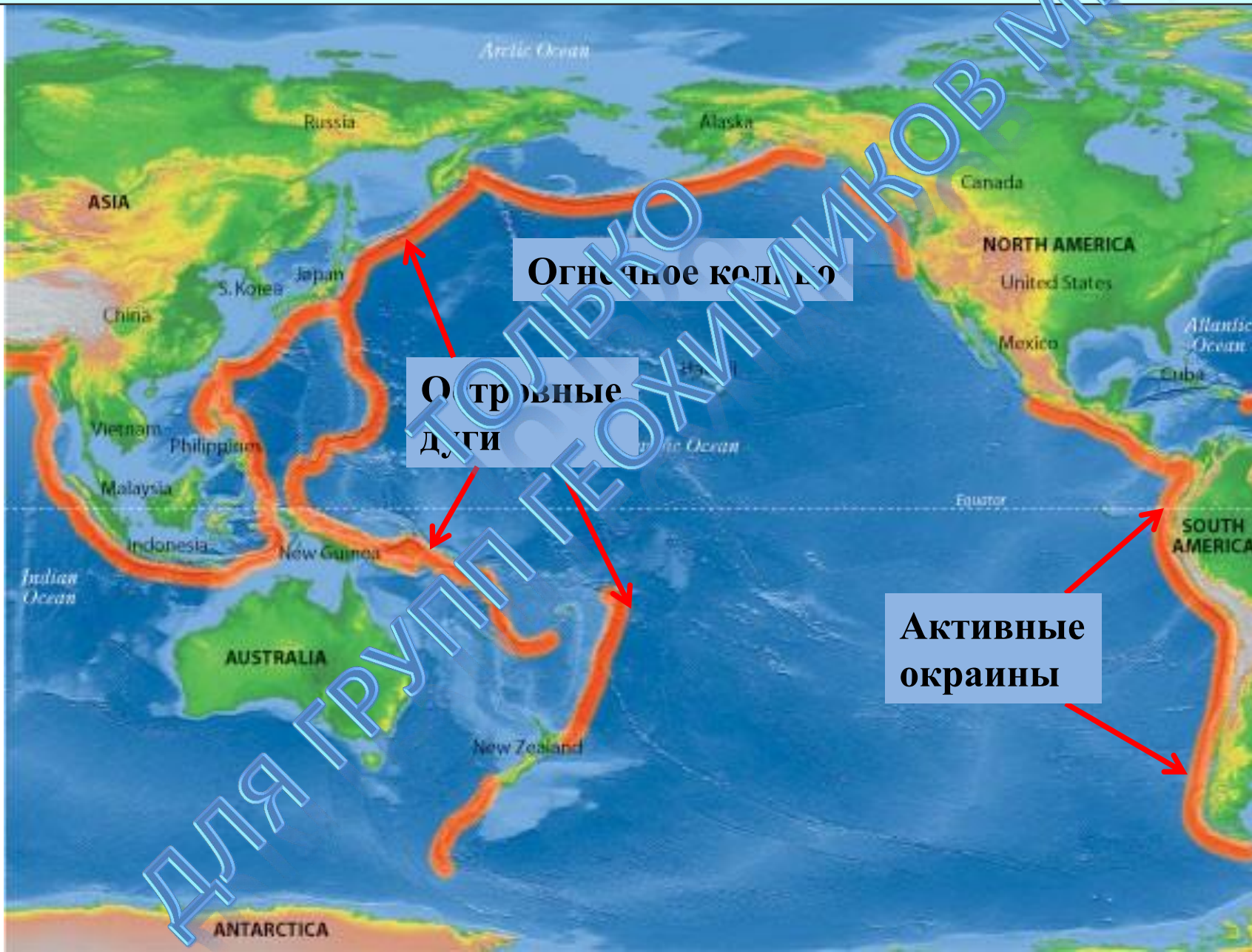
Строение зон субдукции



Дегидратация океанической плиты



Тихоокеанское огненное кольцо

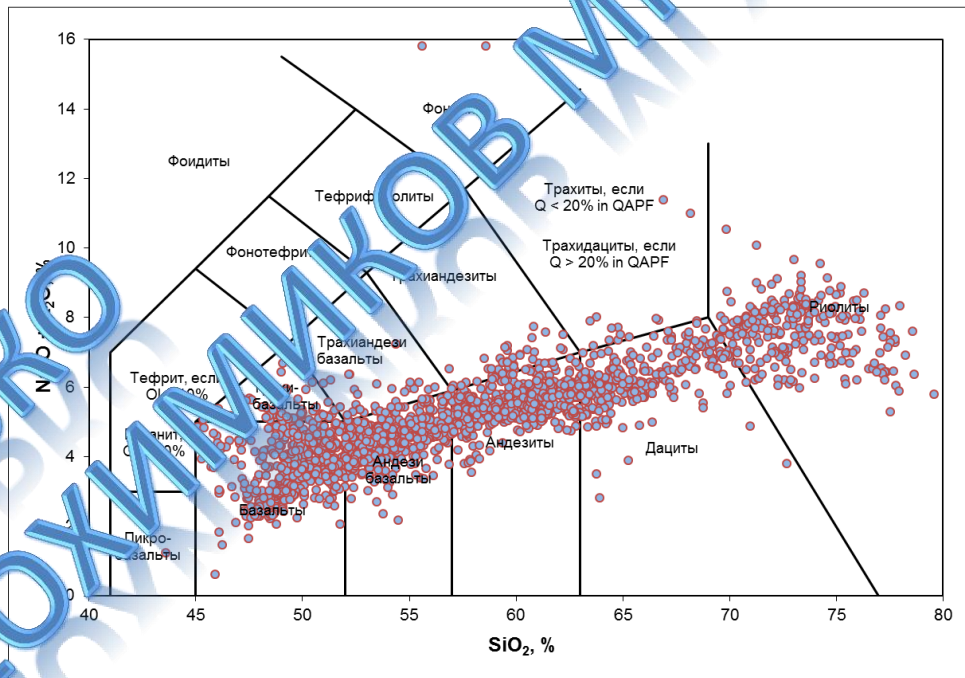
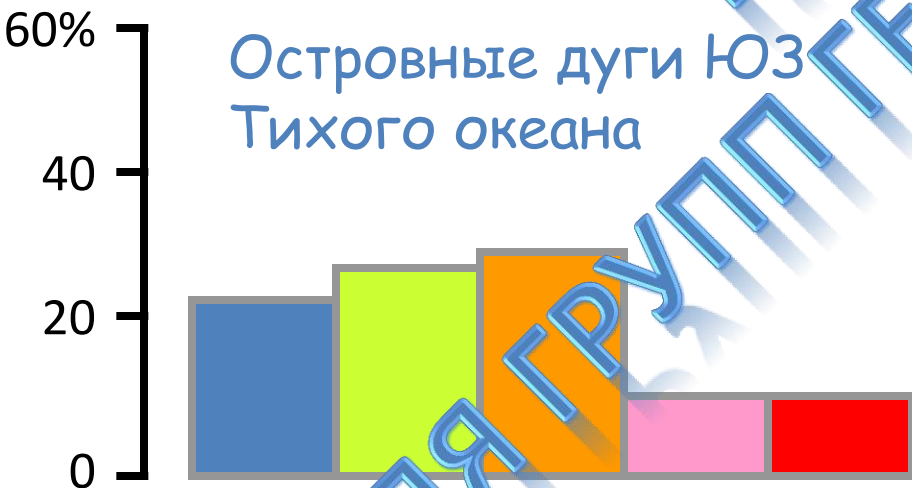


ОТНОСИТЕЛЬНАЯ РАСТПРОСТРАНЕННОСТЬ ТИПОВ

Андская окраина

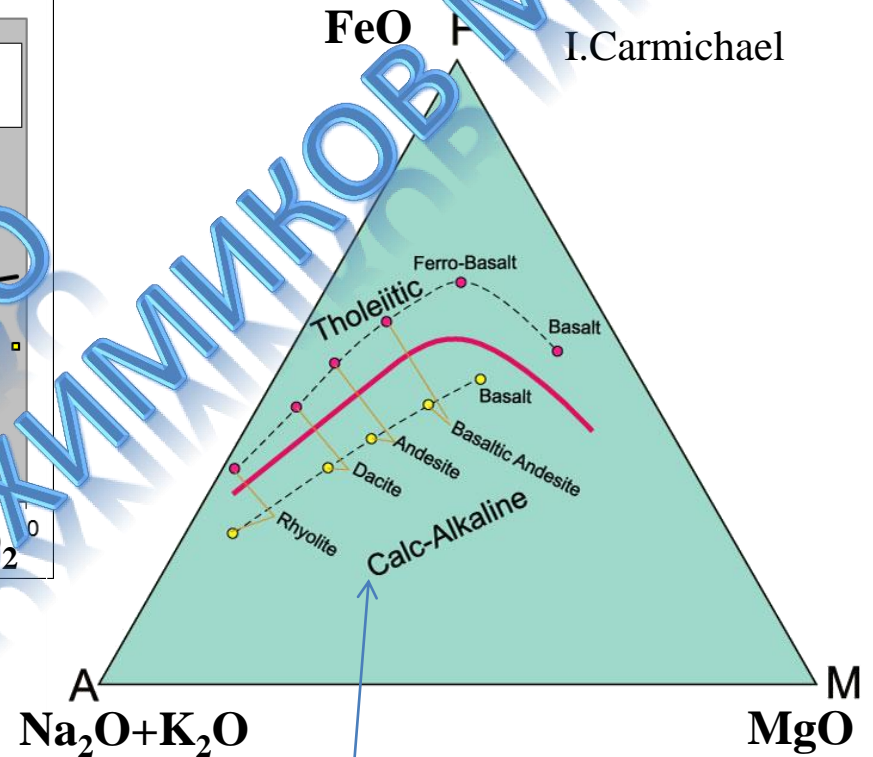
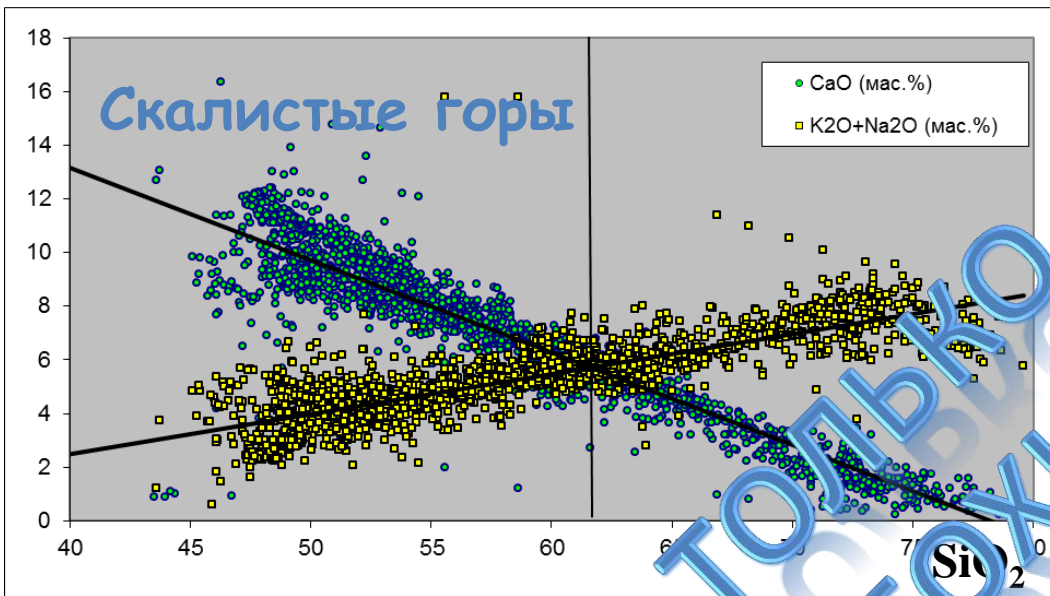


Островные дуги ЮЗ Тихого океана



- Базальты
- Андезитобазальты
- Андезиты
- Дациты
- Риолиты

Известково-щелочные серии, индекс Пикко



М.А.Пикок (1898-1950)



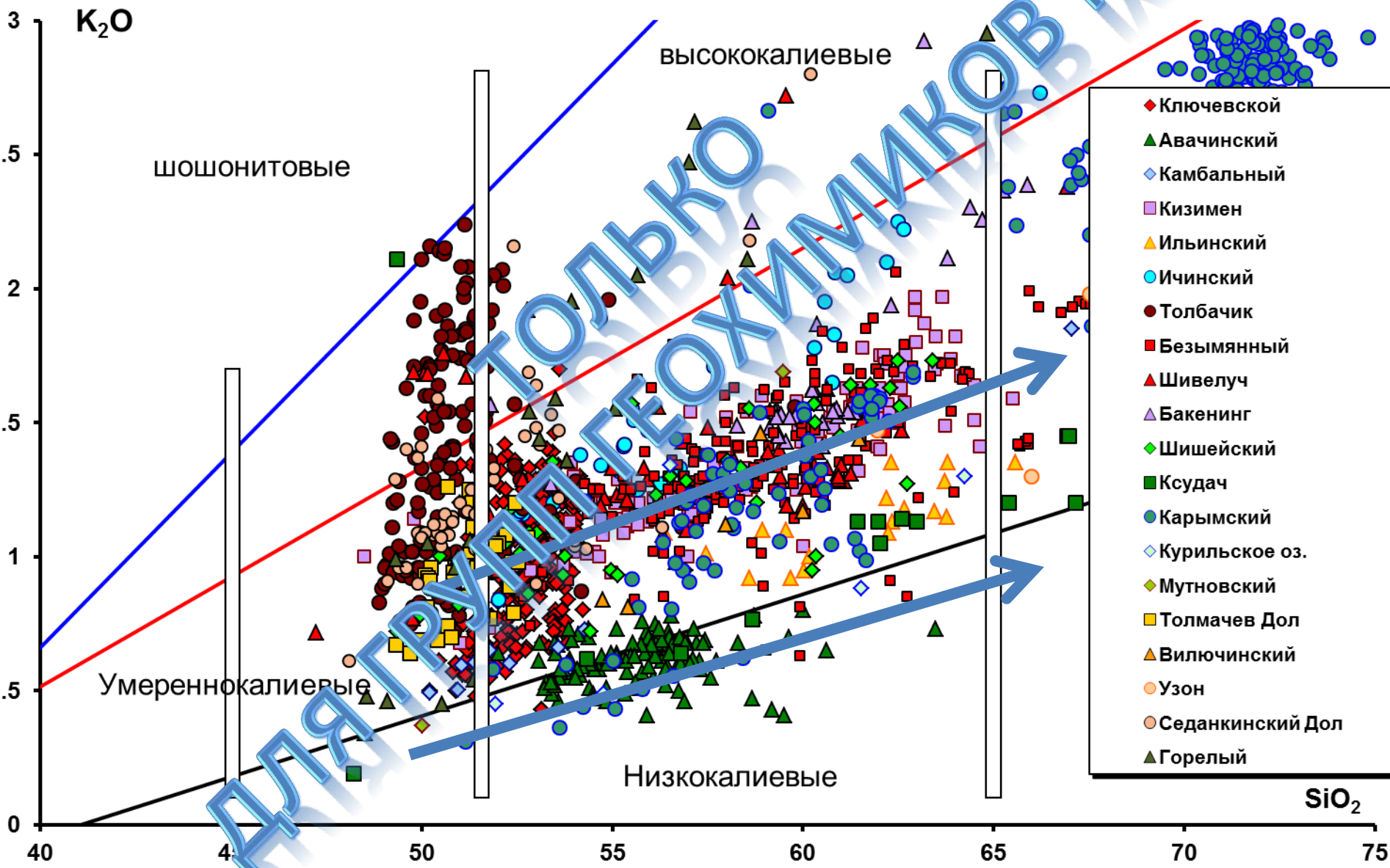
щелочные (менее 51%)

щелочно-известковые (52-56%)

известково-щелочные (56-61%)

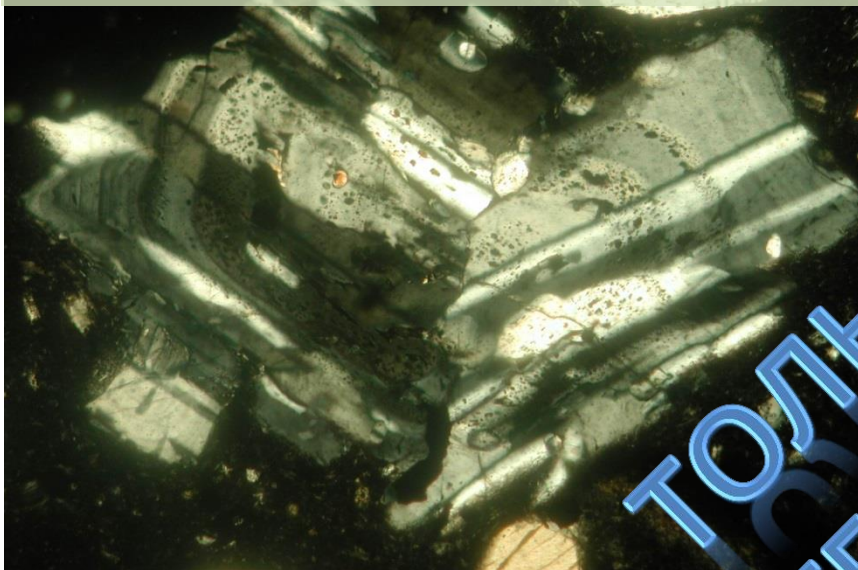
известковые (более 61%) = **только островодужные**

Разделение островодужных серий по калию



Низкокалиевые серии островных дуг

Плагиоклаз с ортопироксеном, Авача

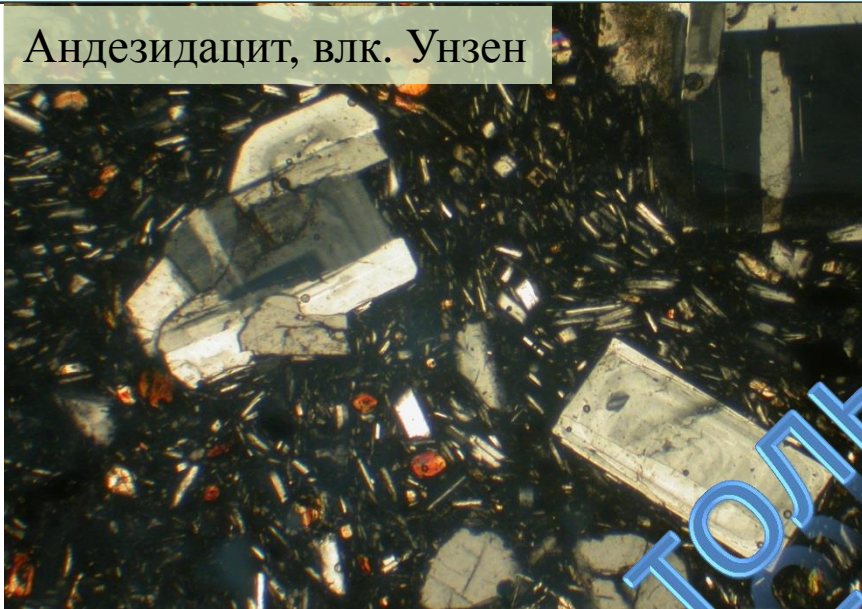


Низкокалиевый базальт, влк. Головнина

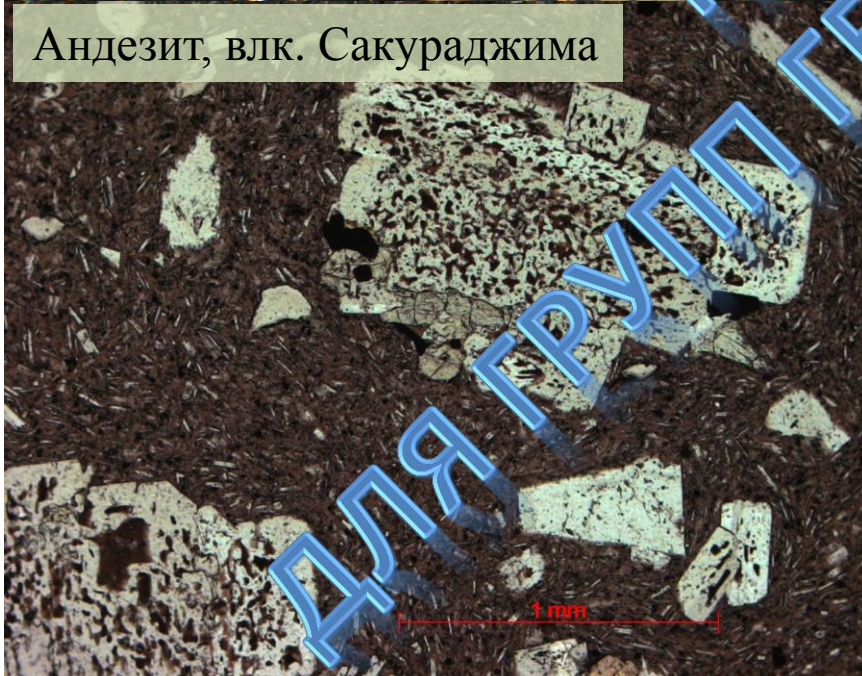
1. Типичны для молодых, «океанических» островных дуг
2. Встречаются только во фронтальной части дуг
3. Преобладают базальты, андезитобазальты, реже андезиты, еще реже дациты и риолиты
4. Относятся к толеитовым сериям
5. Вкрапленники оливина, плагиоклаза, клинопироксена, титаномагнетита. В основной массе часто встречается пижонит или ортопироксен.

Умереннокалиевые серии островных дуг

Андезидацит, влк. Унзен

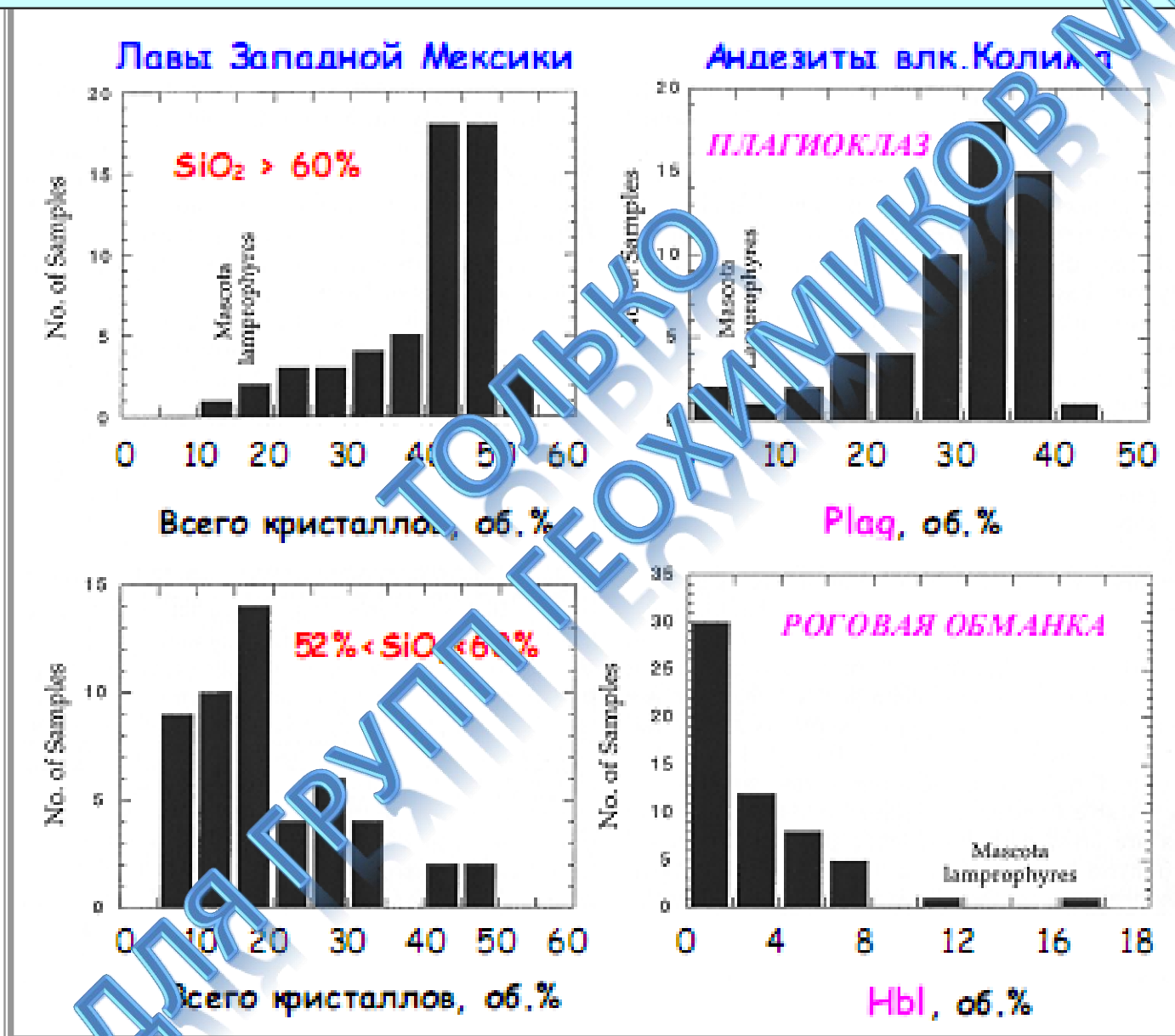


Андезит, влк. Сакураджима



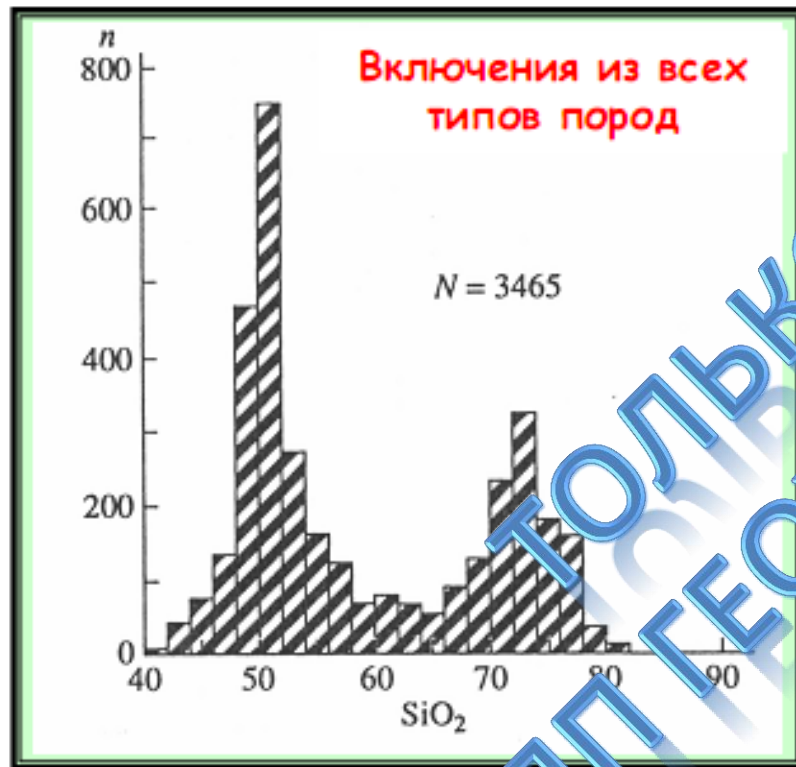
1. Преобладающие породы островных дуг
2. Порфиритовые, густопорфиритовые и серийно-порфиритовые
3. Преобладают андезиты и дациты, другие породы реже
4. Относятся к известково-щелочным сериям (по Carmichael)
5. Вкрапленники плагиоклаза, орто- и клинопироксена, титаномагнетита. Часты амфибол и биотит.

Умереннокалиевые серии островных дуг



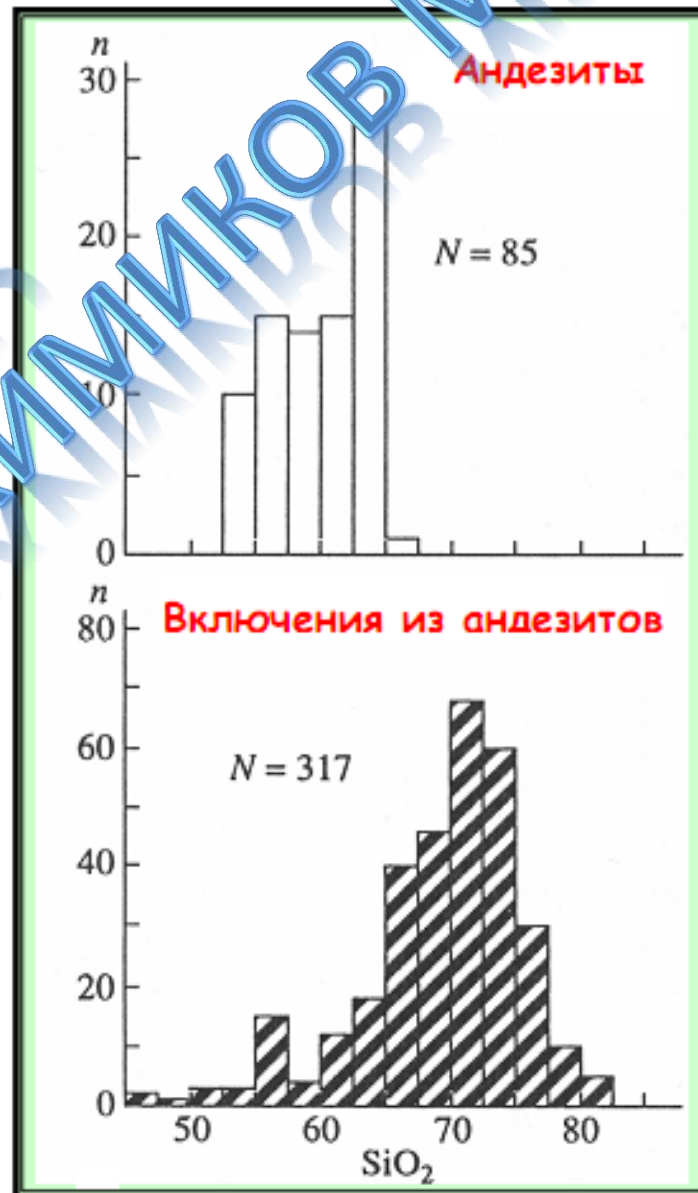
(слайды из лекции А.А.Арискина по Luhr & Carmichael, 1980, 1990)

Расплавные включения не соответствуют городам



Гистограммы содержаний SiO_2 в расплавных включениях из главных типов магматических пород

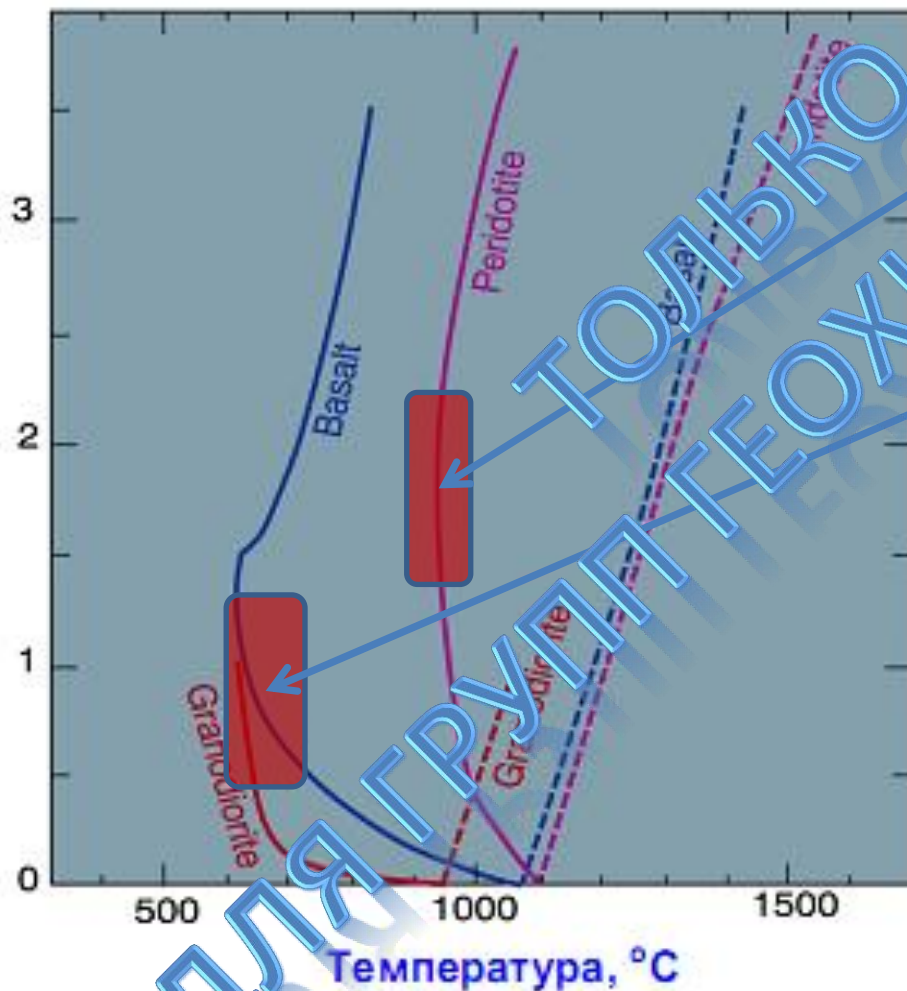
Гистограммы содержаний SiO_2 в андезитах и расплавных включениях из андезитов



Расплавные включения соответствуют расплавам

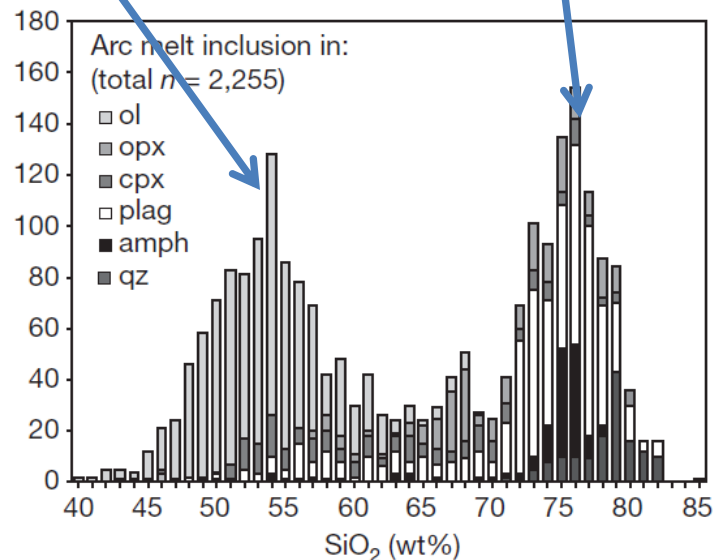
ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ СОЛИДУСА ОТ ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ СУХИХ И "ВОДНЫХ" СИСТЕМ

Давление, ГПа (1 ГПа = 10 кбар)



Плавление мантии и образование базальтовых расплавов

Плавление коры и образование риолитовых расплавов



Reubi&Blundy, Nature, 2009

Влк. Кизимен, расплавные включения и составы пород

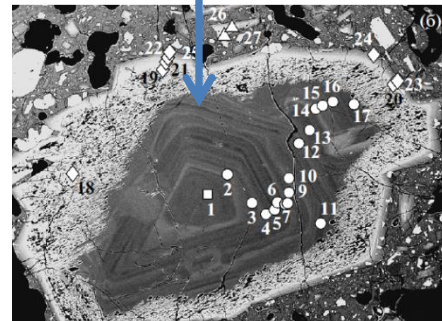
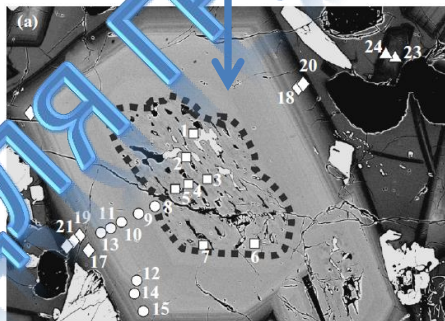


Фото из
Чурикова и др., 2013

Типичные черты островодужных вулканитов

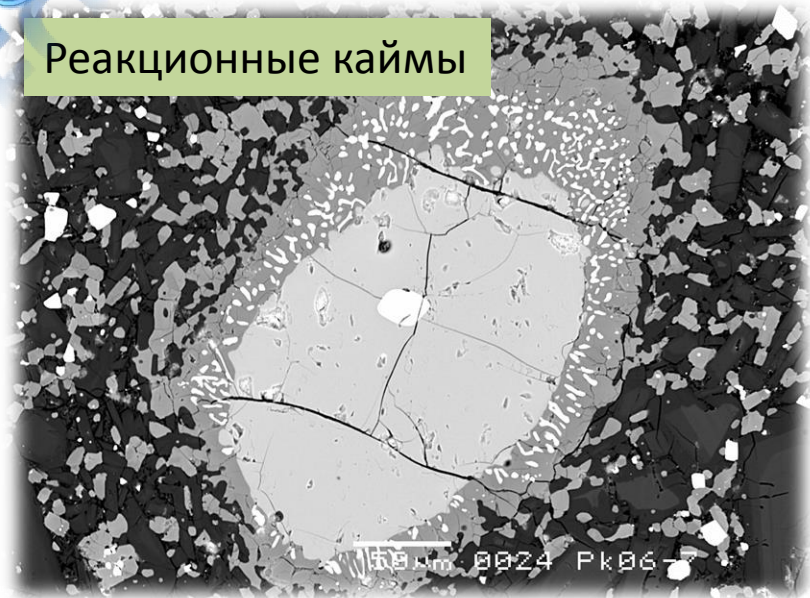
Меланократовые включения



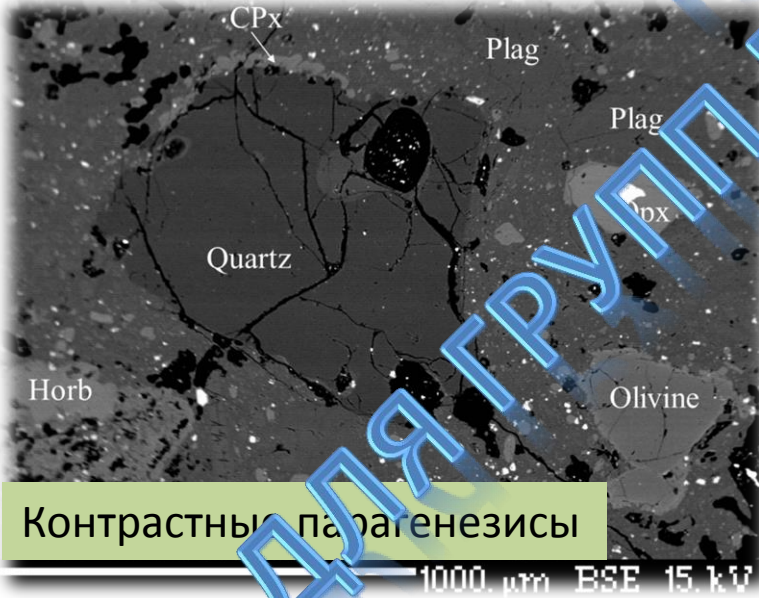
Сложнозональные плагиоклазы



Реакционные каймы

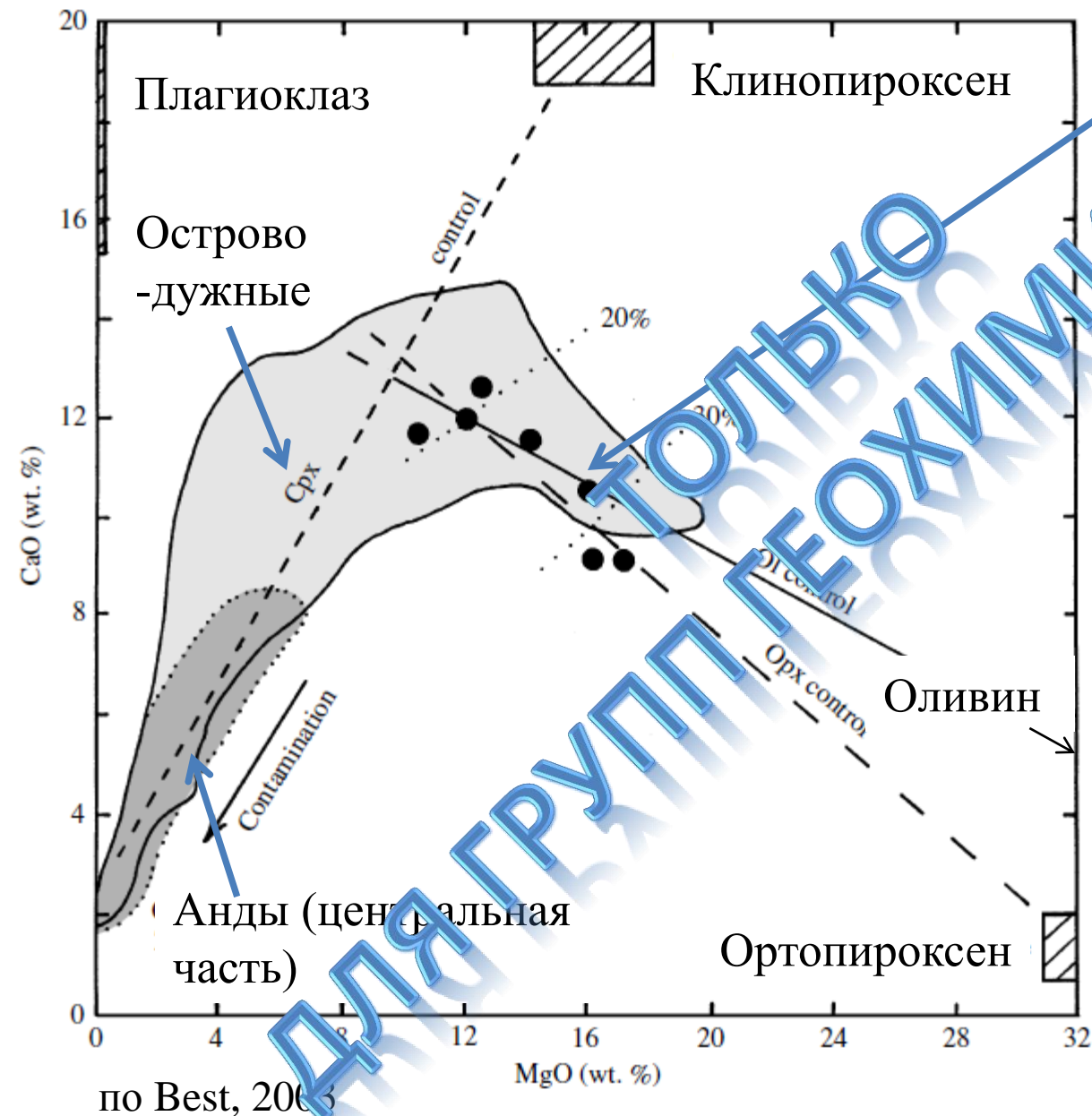


Контрастные парагенезисы



ТОЛЬКО ДЛЯ ГРУППЫ ГЕОХИМИКОВ МГУ

Фракционирование и контаминация



Эксперименты по плавлению мантии в различных условиях

Для кислых вулканитов зависит от мощности коры и пород, слагающих фундамент.

Дуги в океане:

Мощность коры 25-30

Юра-неоген

K_2O 0.2 – 1.2

$\delta^{18}O$ 5.3 – 5.7

$^{87}Sr/^{86}Sr$ 0.7027 – 0.7035

Центральные Анды:

Мощность коры 50-70 км

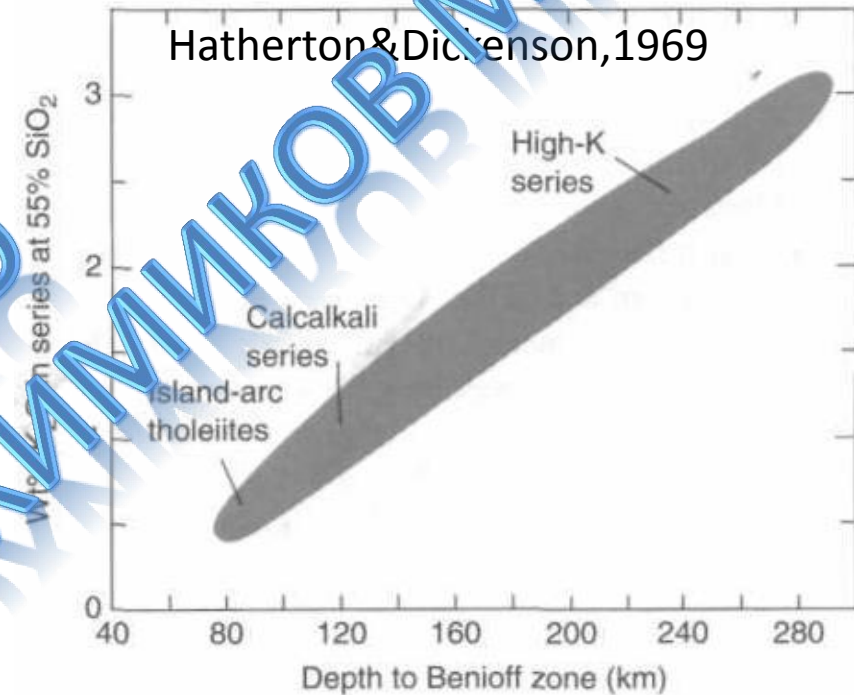
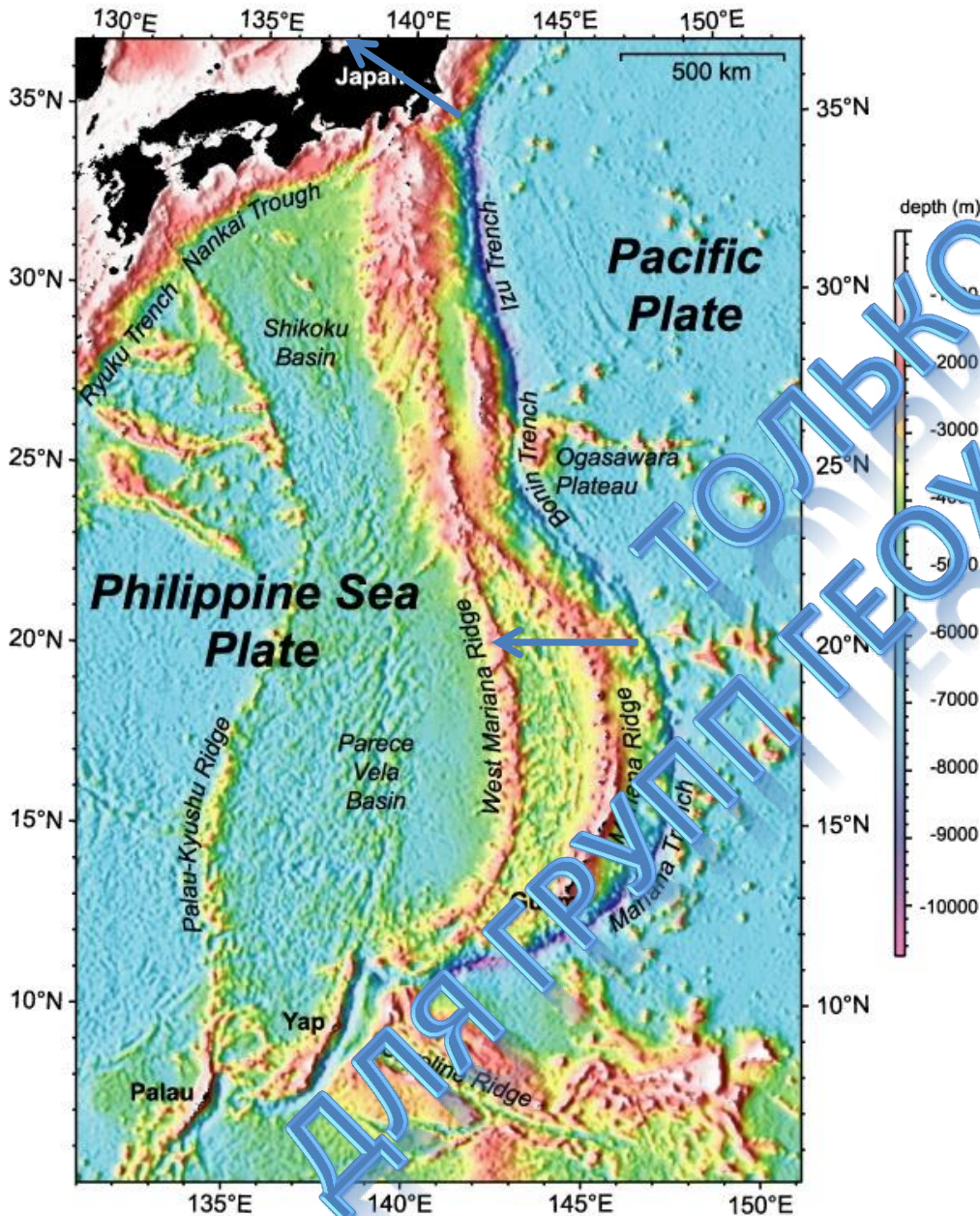
Докембрий-палеозой

K_2O 1.4 – 5.4

$\delta^{18}O$ 6.8 – 14.0

$^{87}Sr/^{86}Sr$ 0.7054 – 0.7149

Зональность островных дуг



При удалении от
глубоководного желоба в
вулканитах возрастает
содержание K_2O , TiO_2 и серы,
уменьшается содержание
 H_3BO_3 , H_2O , Cl_2 и др.

Зональность континентальных окраин

California Department of Conservation
Division of Mines and Geology

Simplified Geologic Map of California



EXPLANATION

Sedimentary and Volcanic Rocks

Yellow: Nonmarine sedimentary rocks
Orange: Marine sedimentary rocks
Pink: Volcanic rocks

Cenozoic
Green: Great Valley Sequence, marine sedimentary rocks
Light Green: Franciscan Complex including coastal belt rocks (early Tertiary in part)

Late Mesozoic
Dark Green: Meta-sedimentary and meta-volcanic rocks predating granitic intrusions

Paleozoic
Blue: Meta-sedimentary and meta-volcanic rocks; includes some Triassic rocks in Klamath Mountains, some Precambrian rocks in Gabilan Basin

Red: Rocks of Paleozoic age

Dark Red: Metamorphic rocks of unknown age

Intrusive Rocks

Red: Granite rocks

Dark Red: Ultramafic rocks

Geological boundary

Black line: Fault

Батолит
Сьерра-Невада

Тихий океан

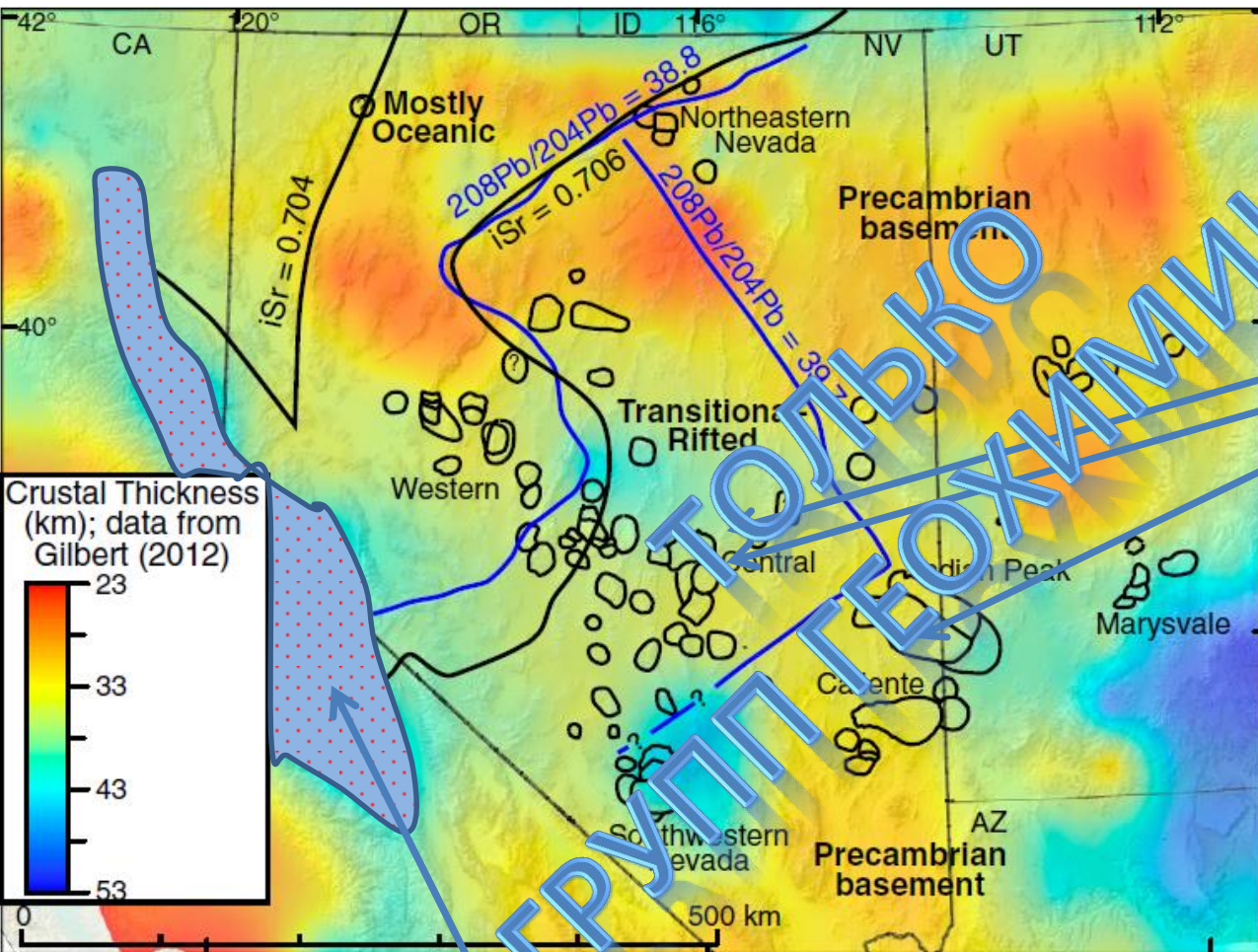
Граниты и гранодиориты – самые распространенные интрузивные породы континентальных окраин

I-граниты (Igneous) – образуются за счет фракционирования магмы. Из цветных минералов преобладает калий, больше Na и Ca. Характерны медно-порфировые месторождения.

S-граниты (Sedimentary) – образуются за счет плавления осадочных пород. Часто содержит мусковит и биотит наряду с роговой обманкой. Меньше Na, больше Al.

I-граниты формируются ближе к конвергентной зоне, а S-граниты дальше от нее.

Игнимбриты и риолитовые туфы



Кальдеры

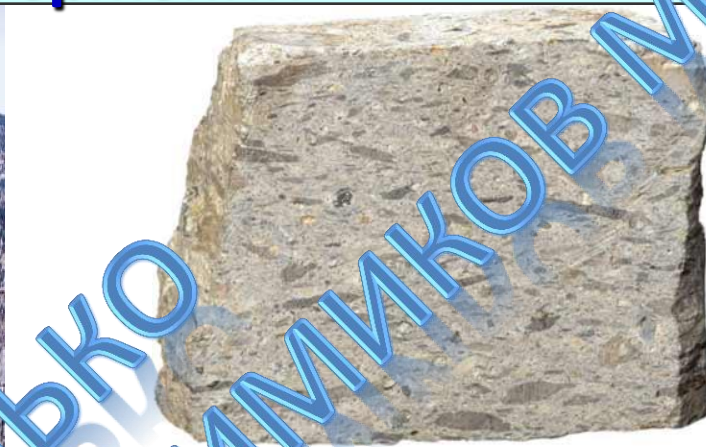


Батолит Сьерра-Невада

Henry & John, 2013

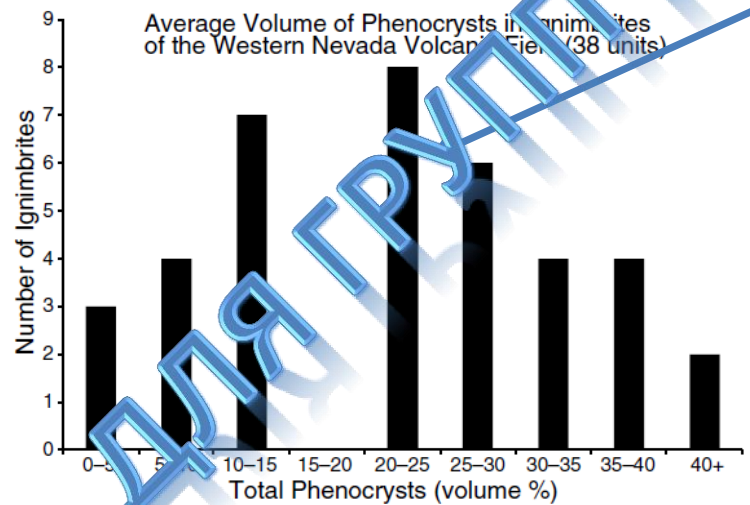
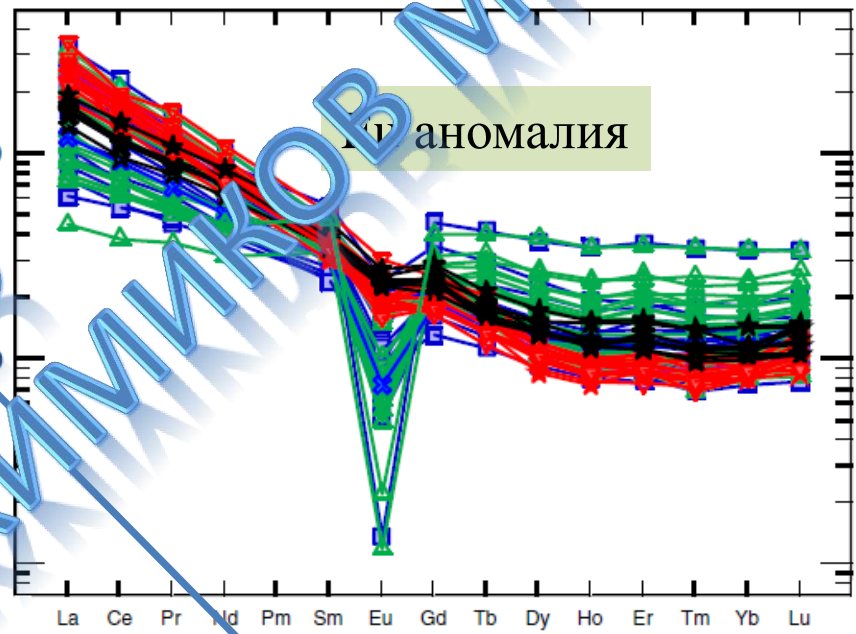
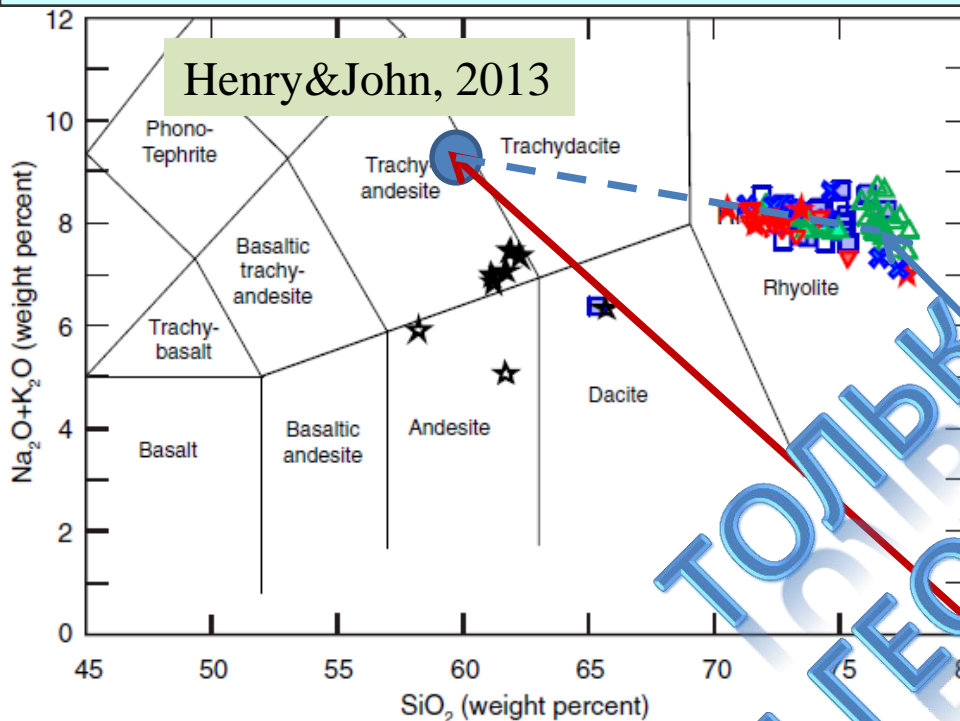
ДЛЯ ГРАЖДАН ГЕОХИМИКОВ МГУ

Игнимбриты – продукты кальдерообразующих извержений

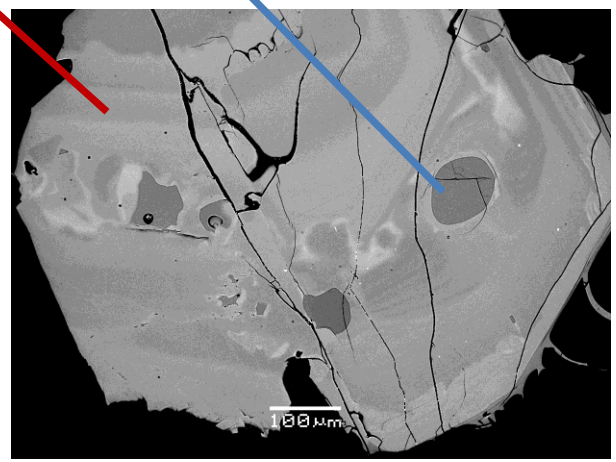


Для группы только геохимиков МГУ

Химический и минеральный состав игнибритов

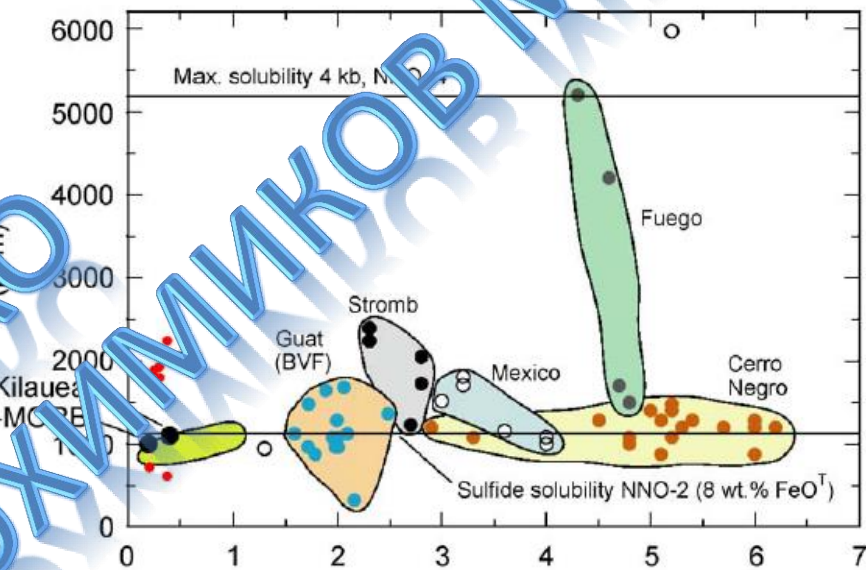
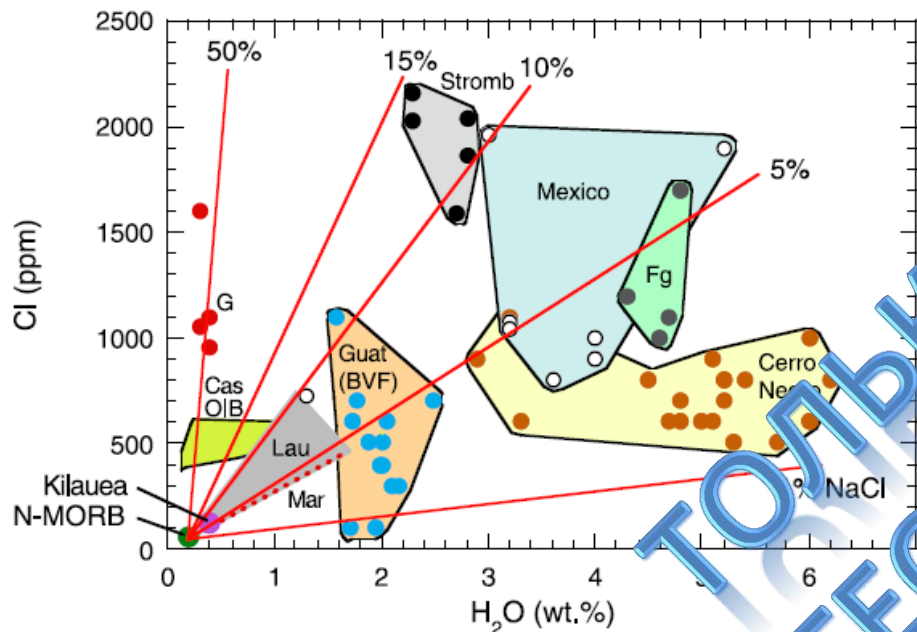


> 20% вкрапленников (Plg, Q, San)

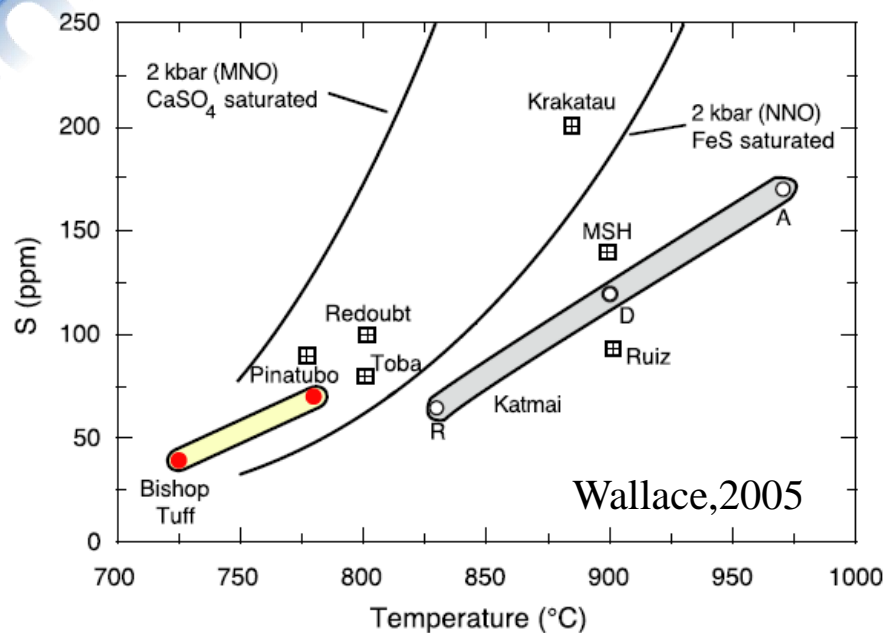


ТОЛЬКО ДЛЯ ГРУППЫ ГЕОХИМИКОВ В МГУ

Летучие компоненты в островодужных лавях



В островодужных магмах содержится до 7% H_2O , 0.3% Cl_2 , 0.2 % SO_2 и другие летучие. При извержениях они попадают в атмосферу и в почву в районе извержения.



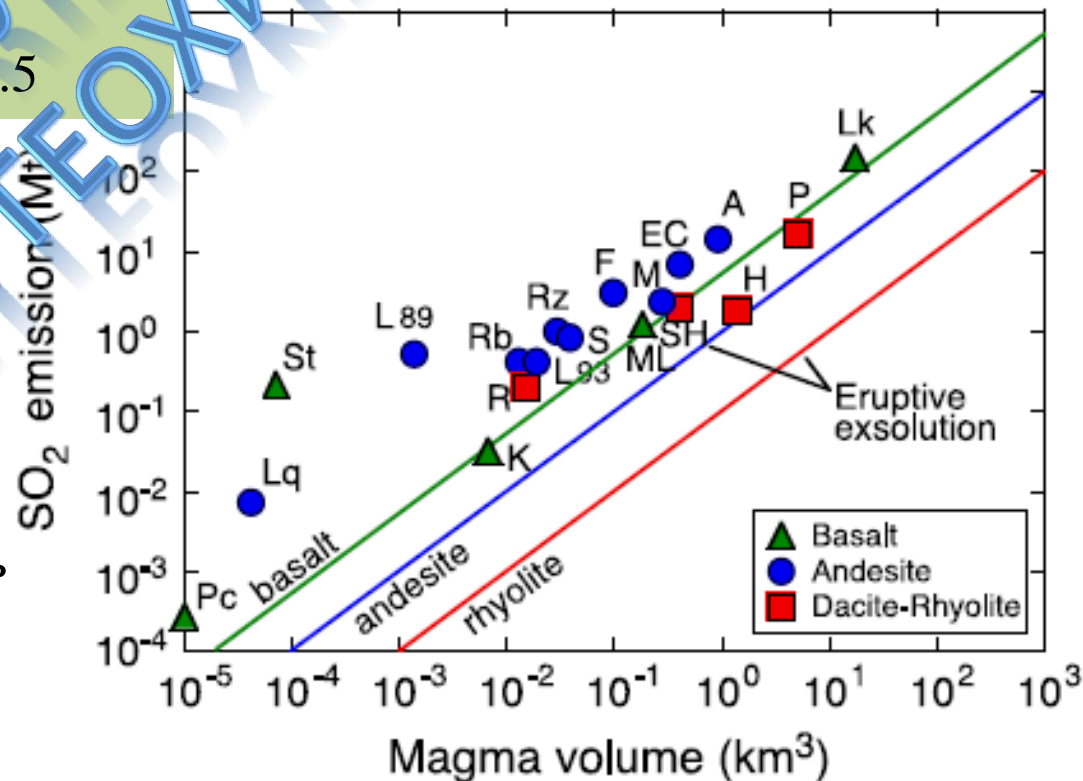
Wallace, 2005

Влияние островодужных вулканов на климат

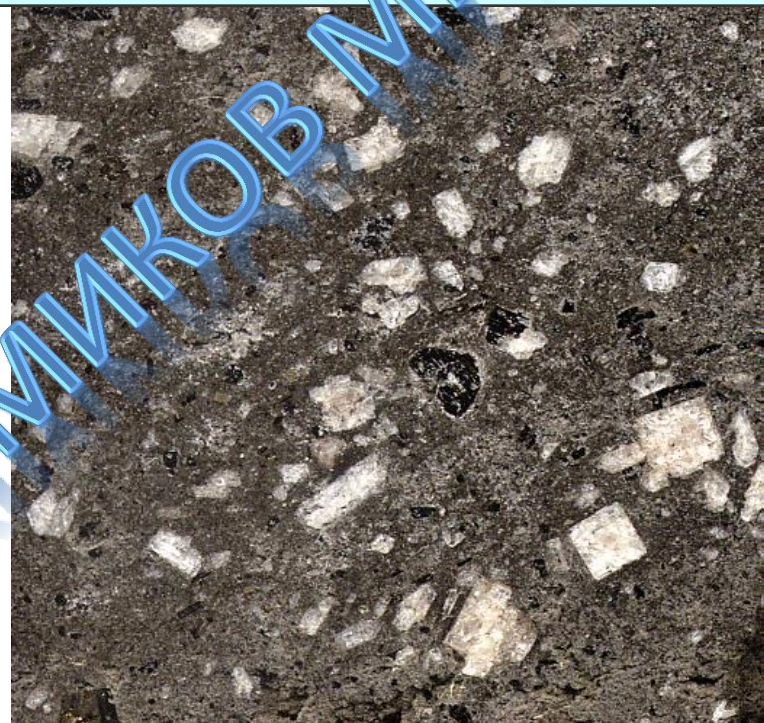
Год	Вулкан	S, Mt	T, °C
1452	Кувай	40	-0.5
1600	Гайнапутина	23	-0.8
1815	Тамбора	28	-0.5
1883	Кракатау	15	-0.3
1912	Катмаи	10	-0.4
1980	Сент-Хеленс	0.5	0
1982	Эль-Чичон	3.5	0
1991	Пинатубо	10	-0.5

Главный фактор влияния на климат – сера, попадающая в стратосферу. Сернистые соединения способны удерживаться в стратосфере в виде аэрозолей несколько лет, экранируя теплое излучение Солнца

Кальдерообразующие извержения могут иметь объем до 3 тыс. км³. Как правило, это игнимбриформы риолитового состава, содержащие мало серы. Но, за счет большого объема эти извержения могут иметь большой климатический эффект.



Бониниты и адакиты



Типичный бонинит:

Высокомagneзиальные оливин и ортопироксен в стекломатрице.

$MgO > 8\%$, $SiO_2 > 54\%$, $TiO_2 < 0.5\%$

Встречаются только на островных дугах и являются индикаторами специфических обстановок, либо начальных стадий субдукции, либо молодой океанической коры.

Типичный адакит:

Вкрапленники плагиоклаза, амфибола, клинопироксена, биотита.

$Mg\# > 50$, $Al_2O_3 > 17\%$, высокое содержание Na, Sr, Eu