

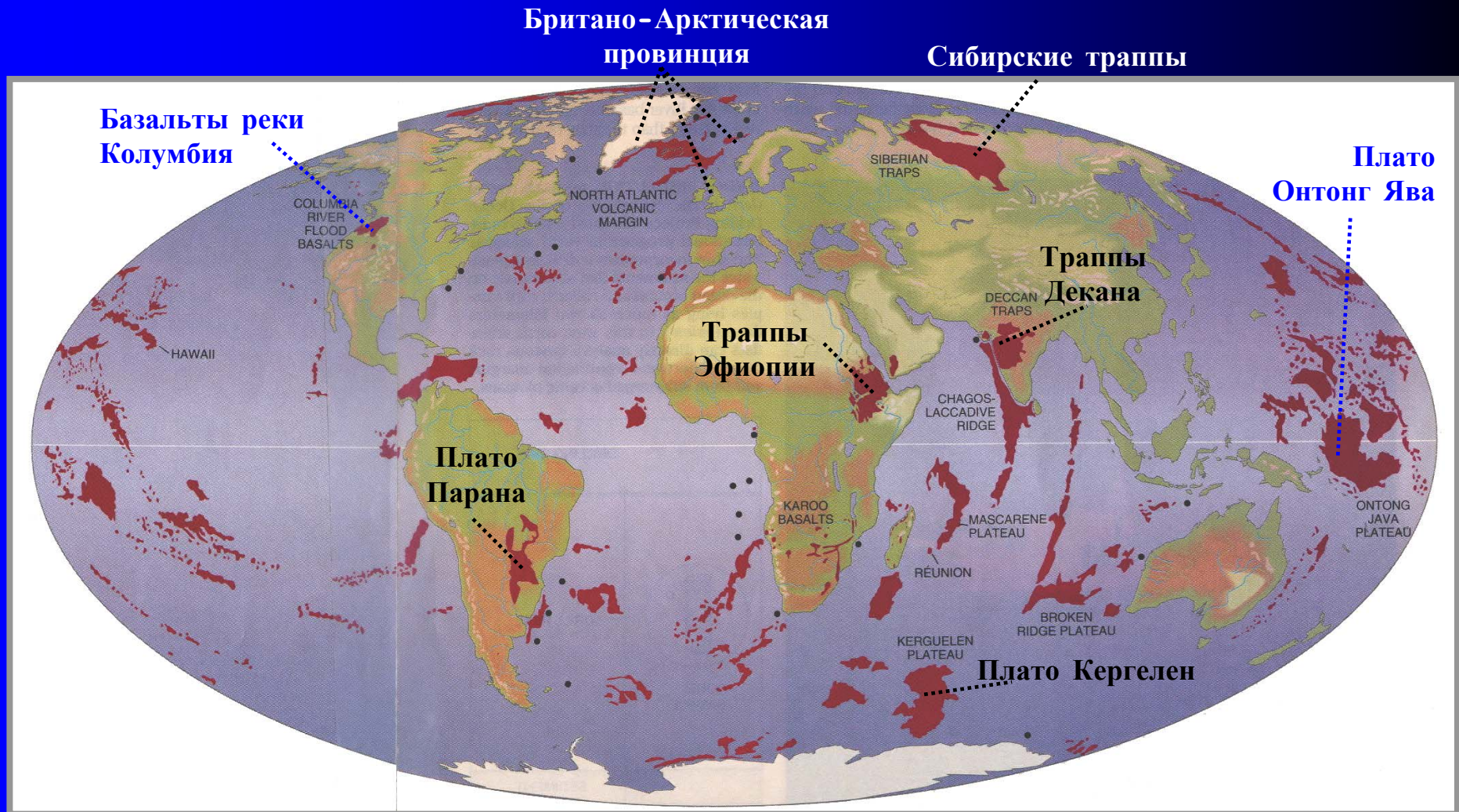
А. А. Арискин

**ФОРМАЦИИ ПЛАТОБАЗАЛЬТОВ ЗЕМЛИ
или
"Large Igneous Provinces" - LIPs**

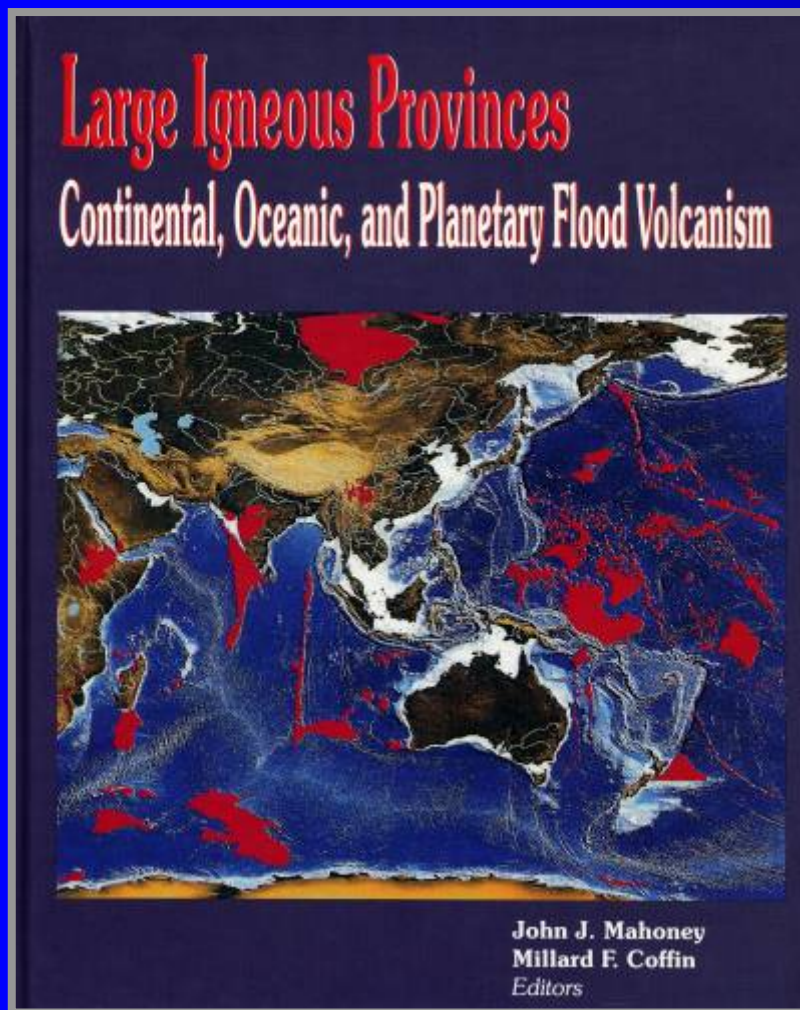
Лекция

**ОКЕАНИЧЕСКИЕ ПЛАТО И
КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ ТРАПТЫ**

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГОРЯЧИХ ТОЧЕК И КРУТНЕЙШИХ ПЛАТОБАЗАЛЬТОВЫХ ФОРМАЦИЙ

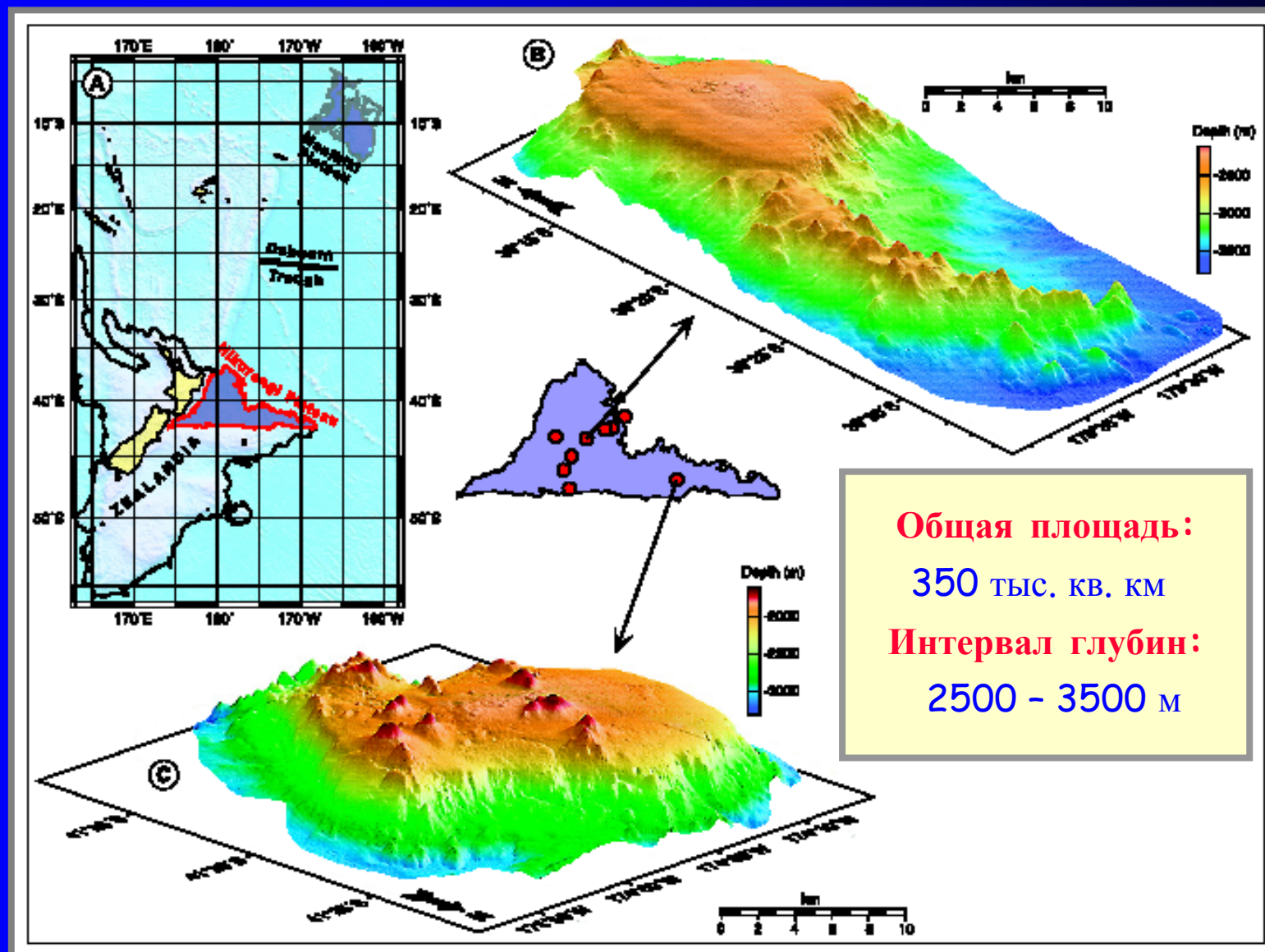


ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ КРУПНЫХ ПЛАТОБАЗАЛЬТОВЫХ ПРОВИНЦИЙ (LIPs)

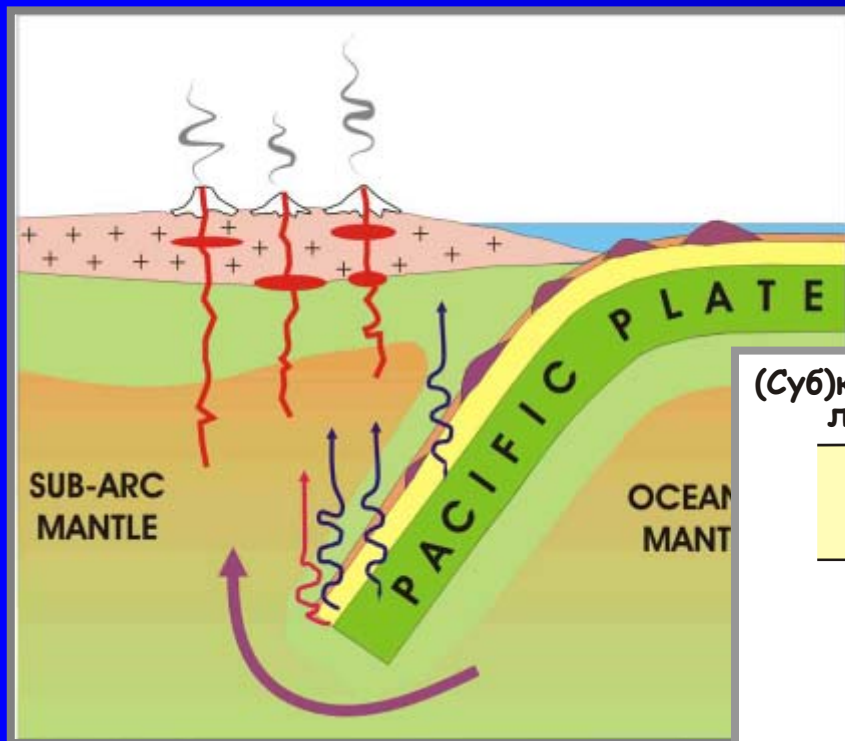


1. Океанические плато и некоторые окраины континентов являются подводными аналогами континентальных трапповых формаций.
2. Все эти провинции характеризуют крупнейшие события магматизма в мезозойско-кайнозойской истории Земли.
3. Признание определяющей роли крупных мантийных плюмов в зарождении и эволюции плато-базальтовых магм.
4. Значение провинций платобазальтов как одного из важнейших компонентов земной коры.

СТРОЕНИЕ ФРАГМЕНТОВ ПЛАТО ХИКУРАНГИ (к востоку от побережья Новой Зеландии)

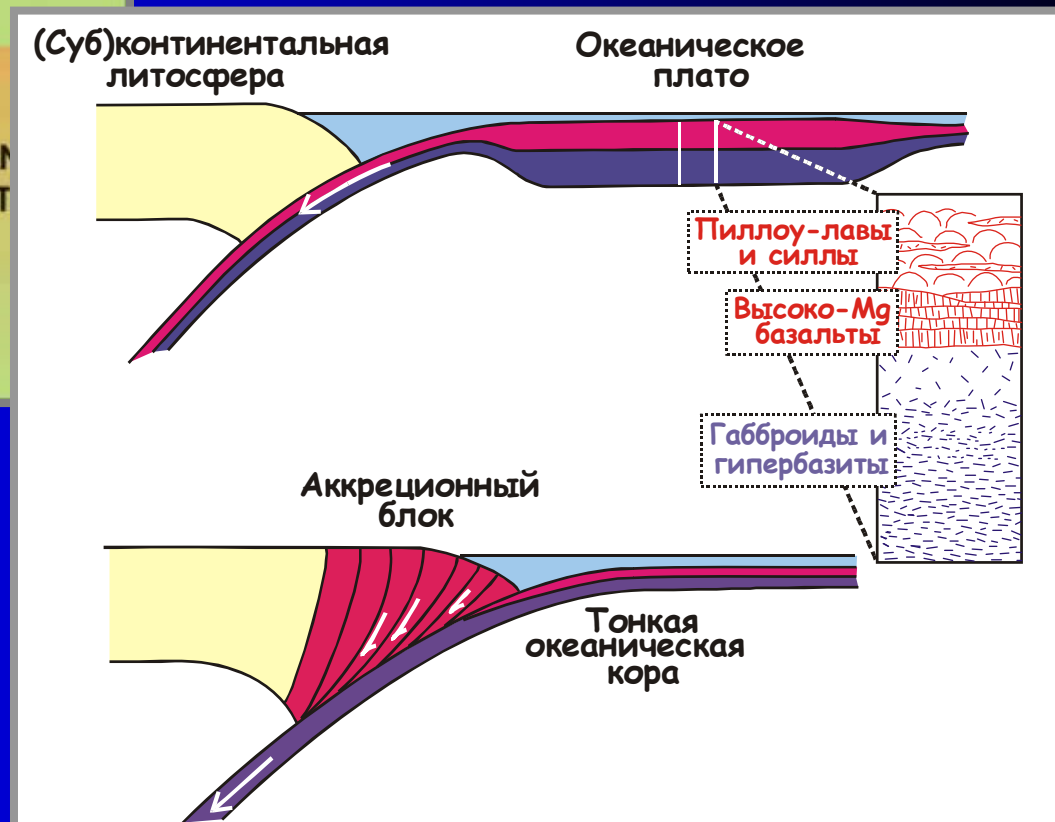


СТРОЕНИЕ СУБДУКЦИОННЫХ ЗОН ТИХОГО ОКЕАНА

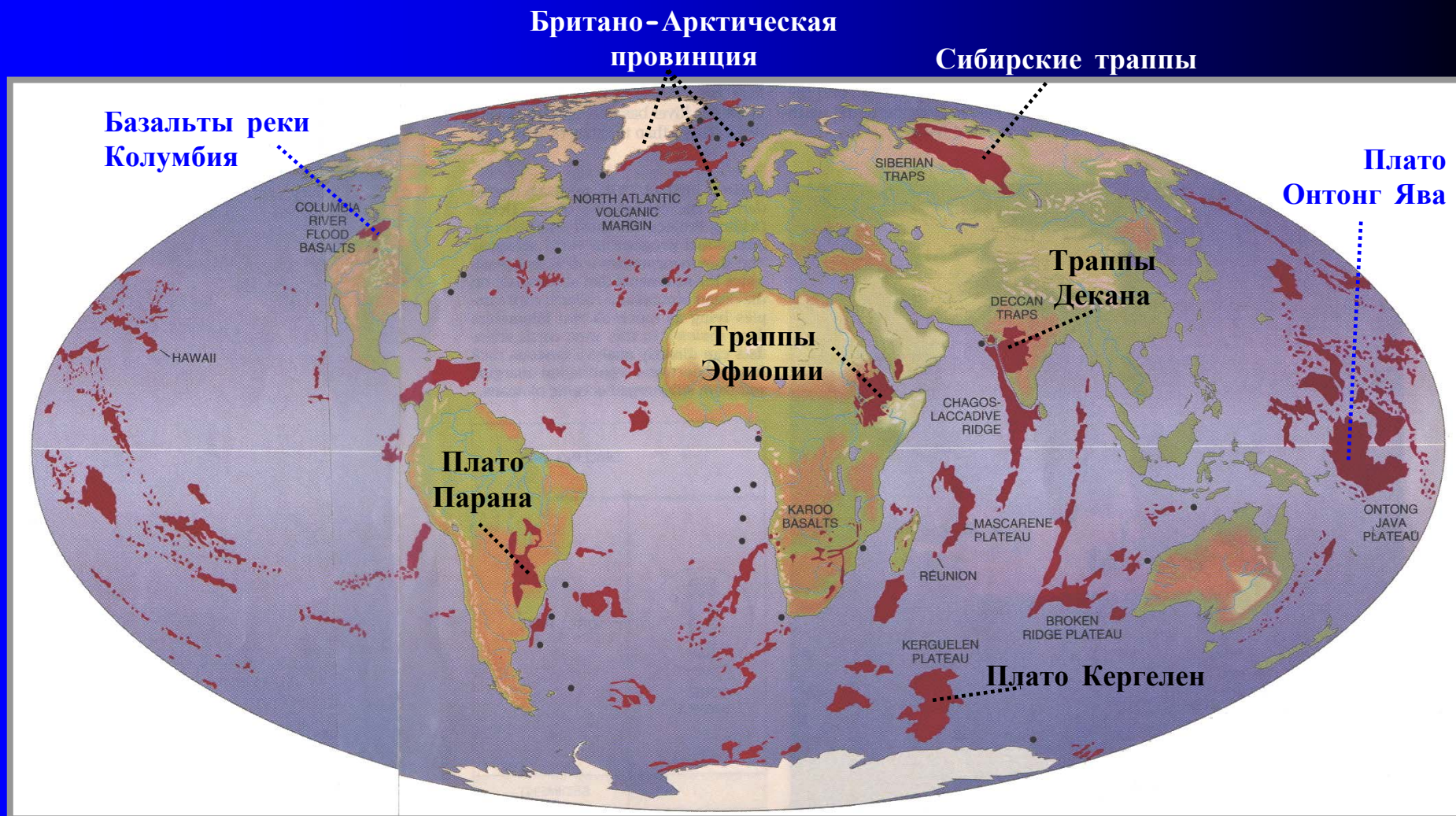


Каноническая схема
субдукции океанической
плиты

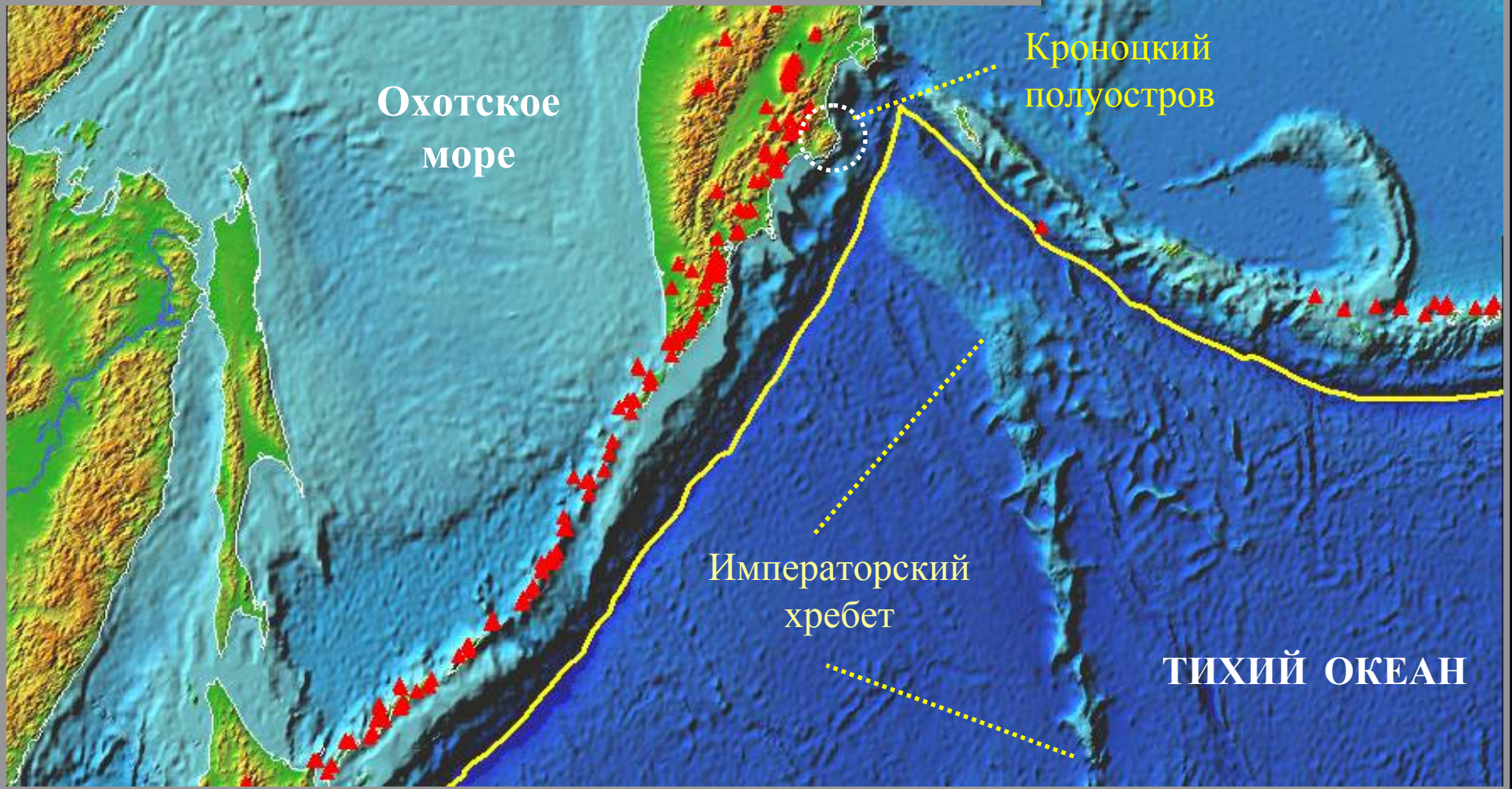
Схема субдукции, осложненная
аккрецией верхнего слоя
океанической коры



РАСТРЕДЕЛЕНИЕ ГОРЯЧИХ ТОЧЕК И КРУТНЕЙШИХ ПЛАТОБАЗАЛЬТОВЫХ ФОРМАЦИЙ

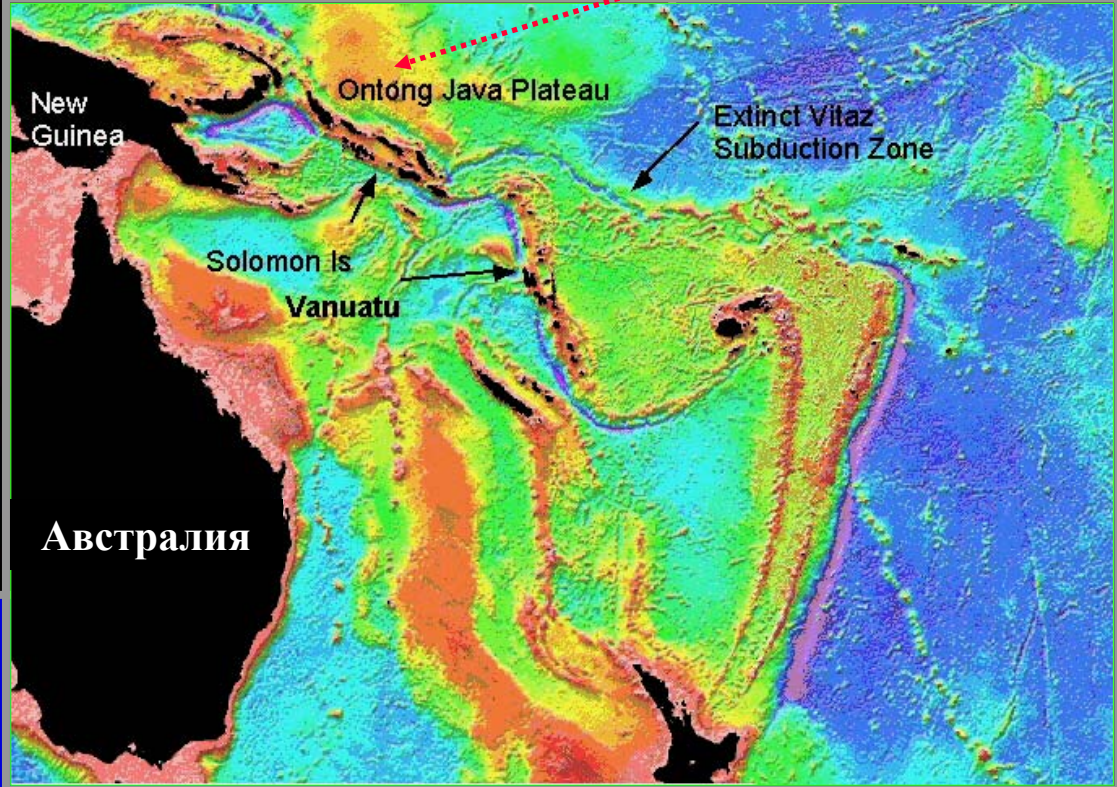


Гористый рельеф Кроноцкого полуострова

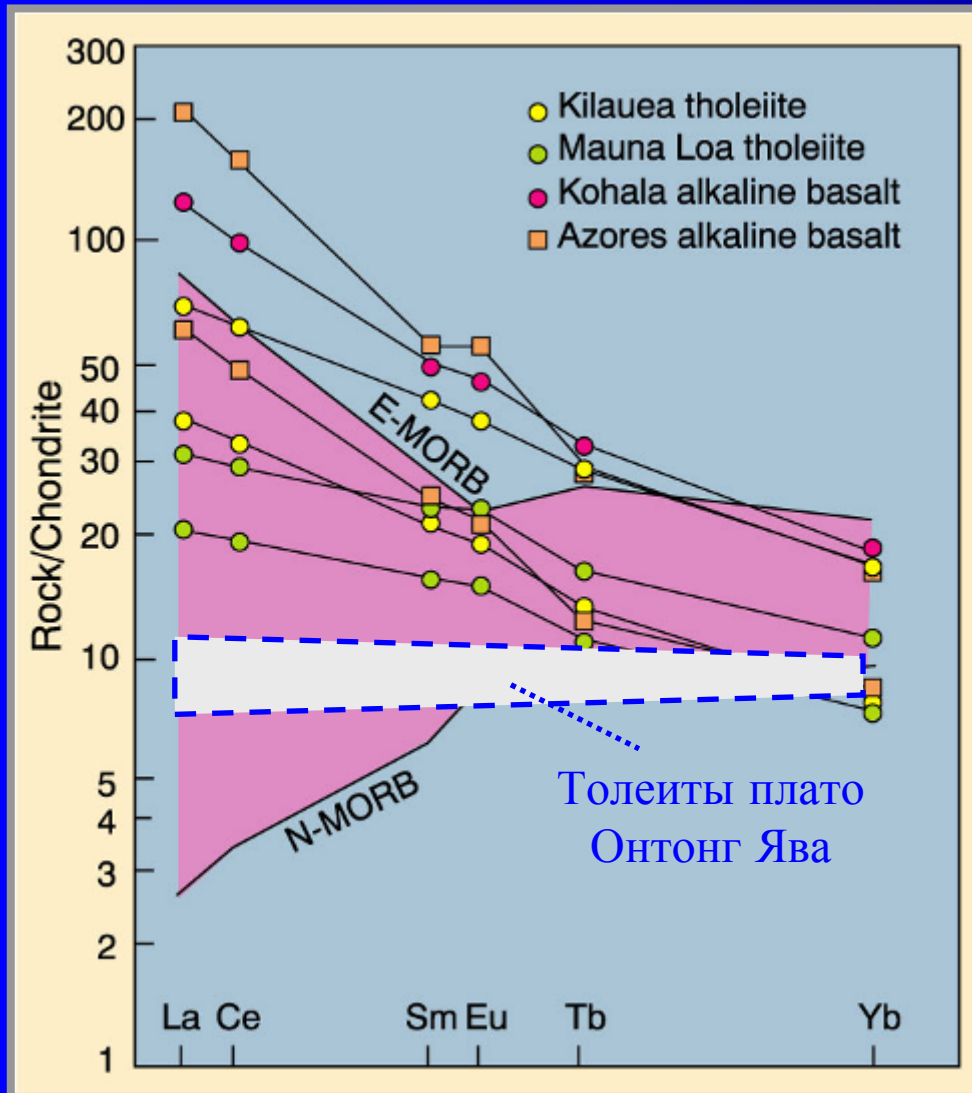




**ПЛАТО ОНТОНГ ЯВА:
ПОЛОЖЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ**



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ в толеитах океанического плато Онтонг Ява



Подобные “плоские” спектры редких земель характерны также для базальтов Кроноцкого и Карибского террейнов.

Этот признак является типоморфной особенностью толеитового магматизма океанических плато.

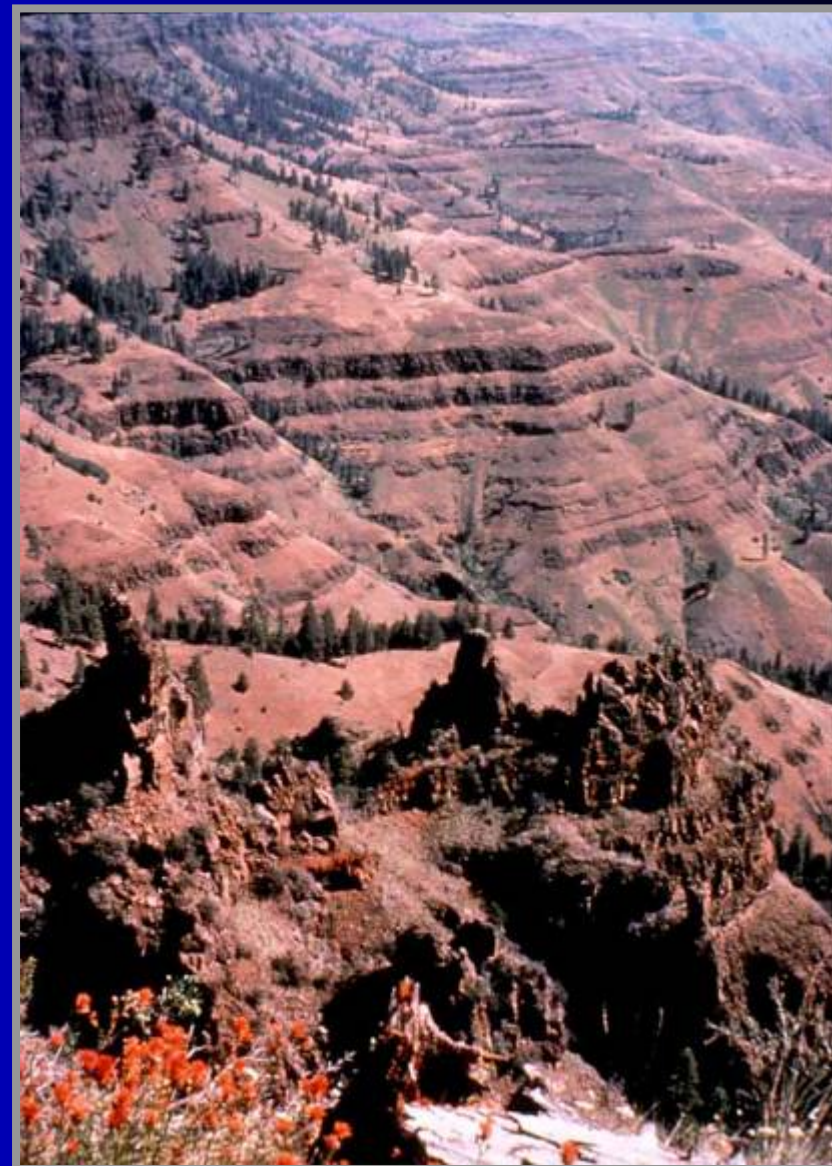
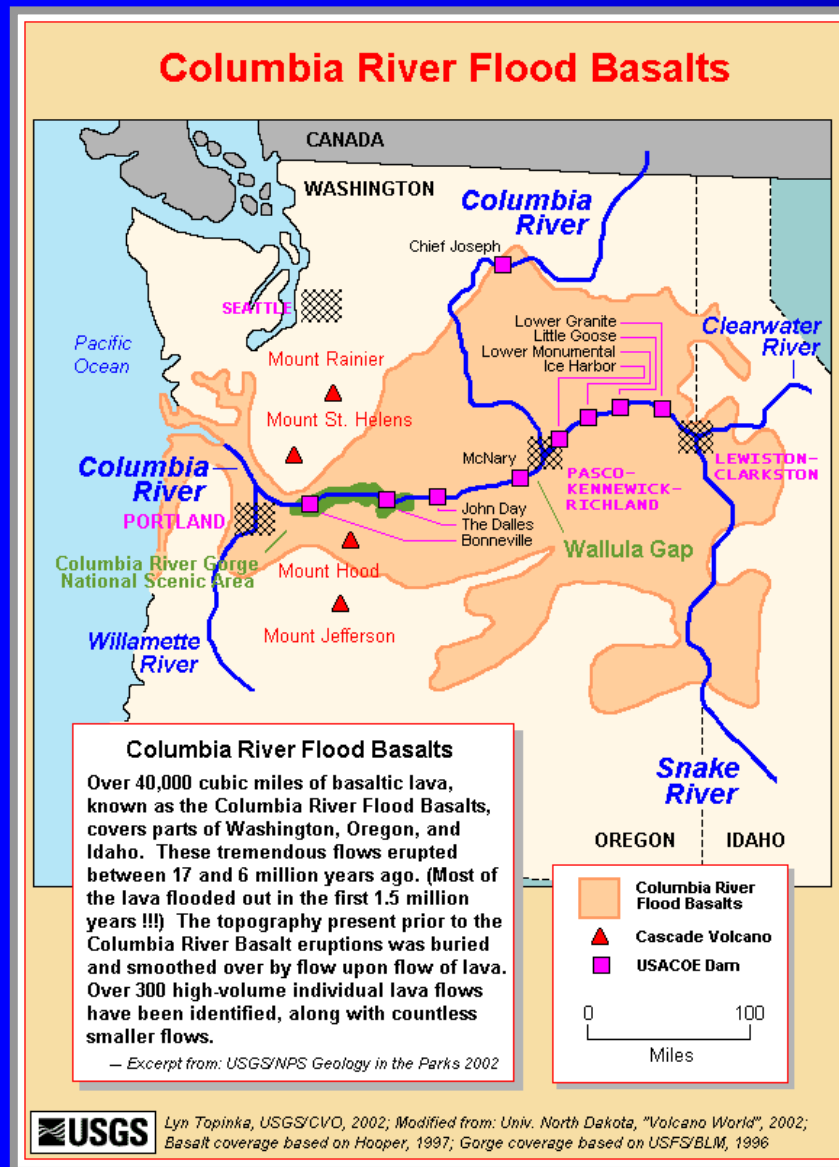
МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ И ИСТОЧНИК МАГМАТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

(1) Одни авторы полагают, что определяющую роль играет декомпрессионное плавление мантийного вещества непосредственно внутри поднимающегося плюма. В этих случаях степень плавления мантийного перидотита должна составлять порядка **15-20%**.

(2) Другие указывают на возможность вовлечения в процессы плавления рециклированного базальтового материала океанической литосферы. С учетом этого обстоятельства общая степень плавления гибридизированного материала может увеличиться до **30-40%**.

Альтернатива мантийного и литосферного источника платобазальтов составляет ядро дискуссий о природе континентального траппового магматизма.

ПОКРОВНЫЕ БАЗАЛТЫ КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ПЛАТО РЕКИ КОЛУМБИЯ (северо-запад США)



**ОБЩИЙ ВИД БАЗАЛЬТОВОГО ПЛАТО ПУТОРАНА
(ИЮЛЬ 1989 Г.)**



ИНТРУЗИВНЫЕ ТРАПТЫ В ДОЛИНЕ Р. ПОДКАМЕННАЯ ТУНГУСКА (Восточная Сибирь, июль 1976)



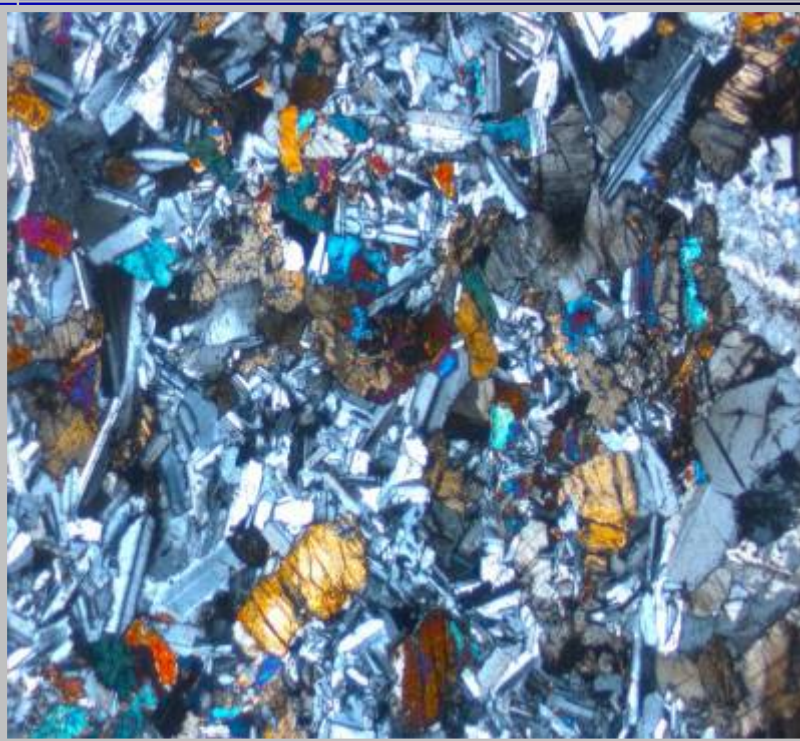
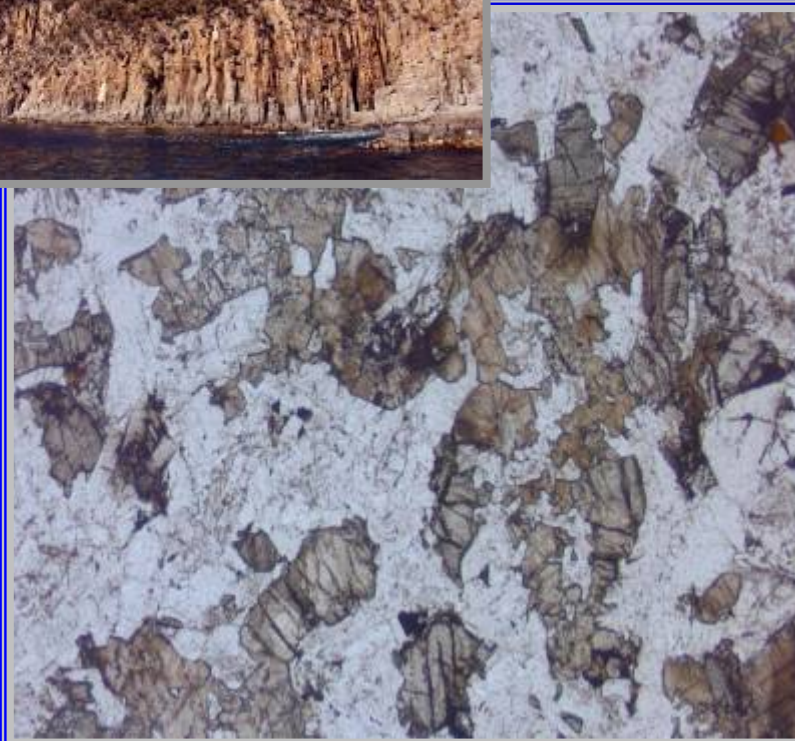
*Столбчатая
отдельность*



ПРИБРЕЖНЫЕ ОБНАЖЕНИЯ ТАСМАНСКОГО ДОЛЕРИТА В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОСТРОВА ТАСМАНИЯ



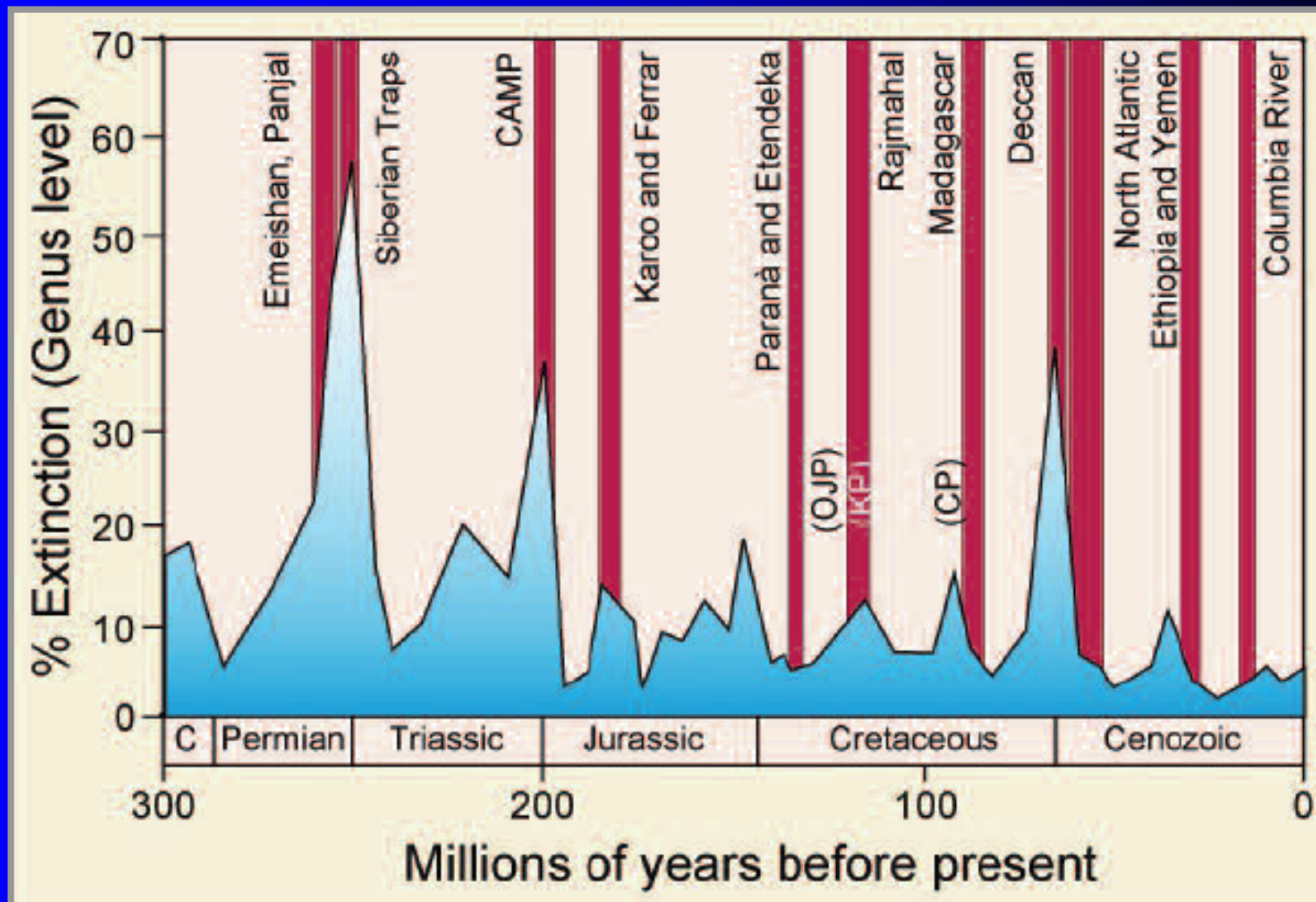
ПОЙКИЛОФИТОВАЯ (ДОПЕРИТОВАЯ) СТРУКТУРА ПОРОД ИЗ ИНТРУЗИВНЫХ ТРАПТТОВ



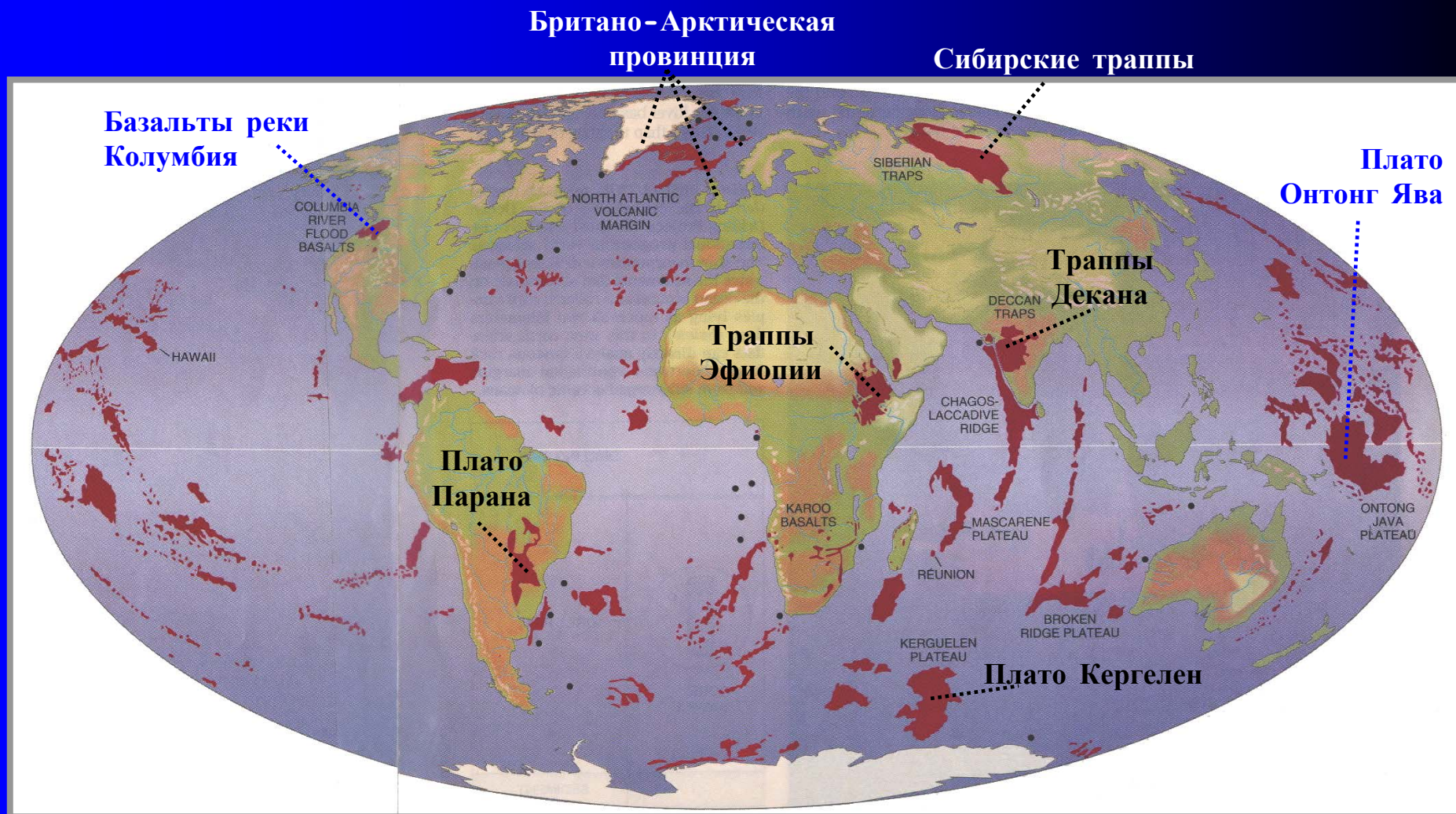
ГЛАВНЫЕ ПЛАТОБАЗАЛЬТОВЫЕ ПРОВИНЦИИ КОНТИНЕНТОВ

ФОРМАЦИЯ (ПРОВИНЦИЯ)	ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ	ВОЗРАСТ (МЛН. ЛЕТ)	МОЩНОСТЬ (МАХ, КМ)	ПЛОЩАДЬ (СОВРЕМ., КМ ²)
Keweenaw	Озеро Верхнее, Канада	Позд. докембрий (1100-1200)	12	> 1000000
Сибирские траппы	Восточная Сибирь, Россия	Пермь - триас (248-216)	3.5	> 1500000
Карру	Южная Африка	Юра (206-166)	9	140000
Долериты Ferrar-Tasmania	Антарктида и о. Тасмания	Юра (179± 7)	0.9	7800
Parana / Etendeka	Бразилия / Намибия	Юра - мел (140-110)	1.8 / 0.9	1200000 / 78000
Брит. - Арктическая провинция	Северная Атлантика	Мел - эоцен (65-50)	2	1000000
Плато Декан	Индия	Граница мела - палеоцена	> 2	500000
Плато Колумбия	Северо-Запад США	Миоцен (17-6)	> 1.5	50000

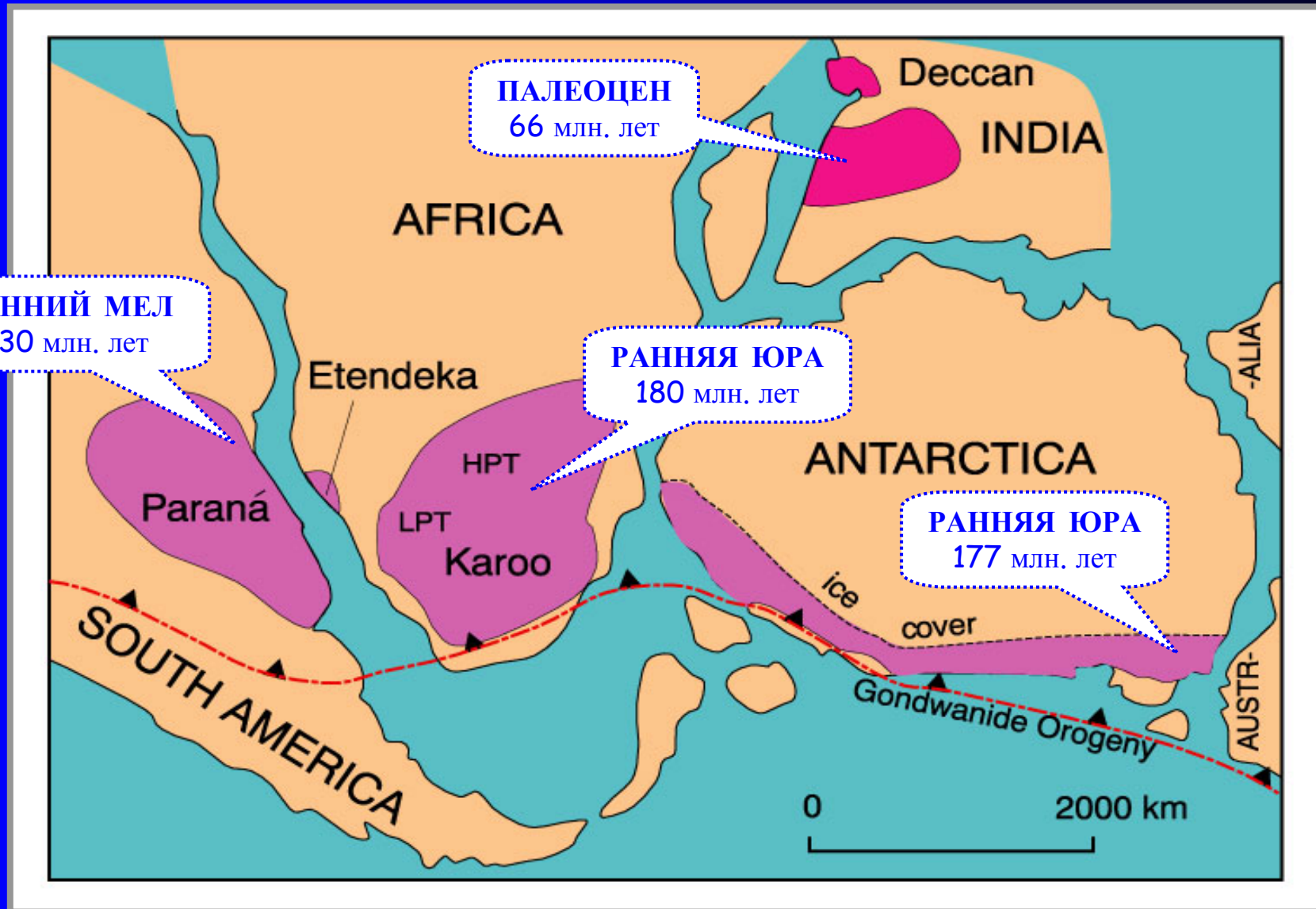
ПЕРИОДИЧНОСТЬ ТРАПТОВОГО МАГМАТИЗМА И МАСШТАБЫ ИСЧЕЗНОВЕНИЯ ФАУНЫ



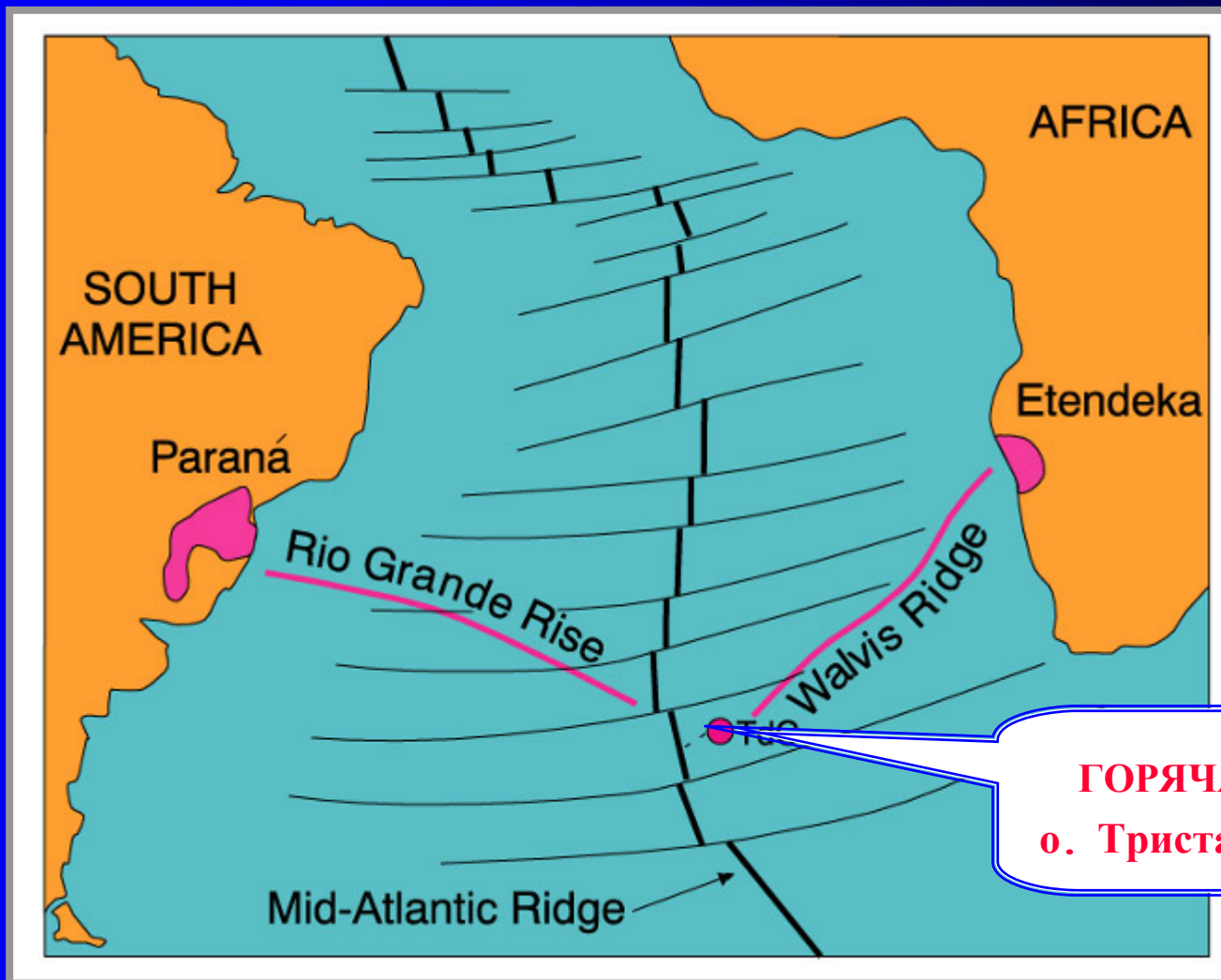
РАСТРЕДЕЛЕНИЕ ГОРЯЧИХ ТОЧЕК И КРУТНЕЙШИХ ПЛАТОБАЗАЛЬТОВЫХ ФОРМАЦИЙ



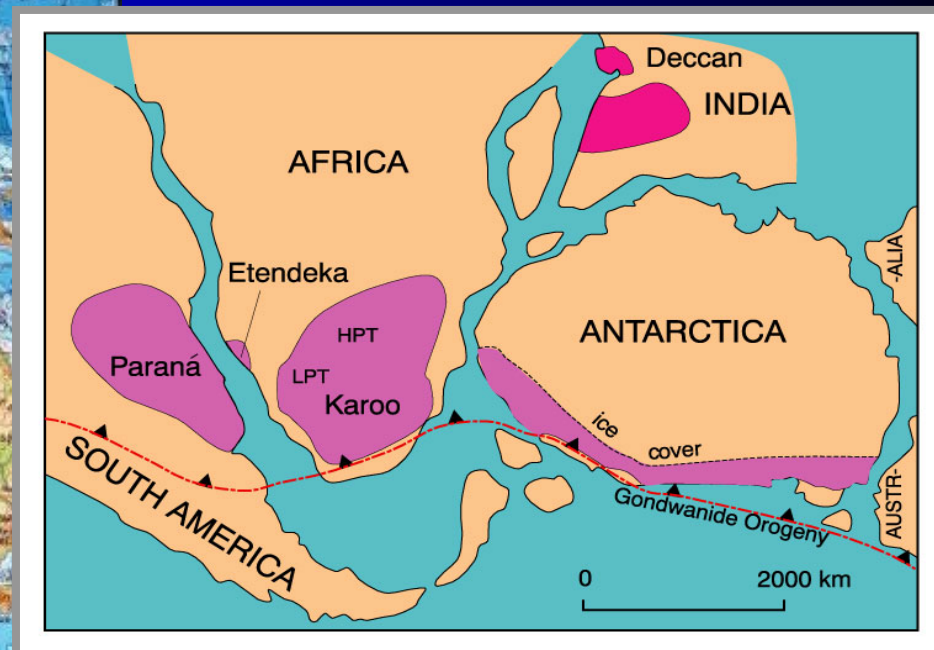
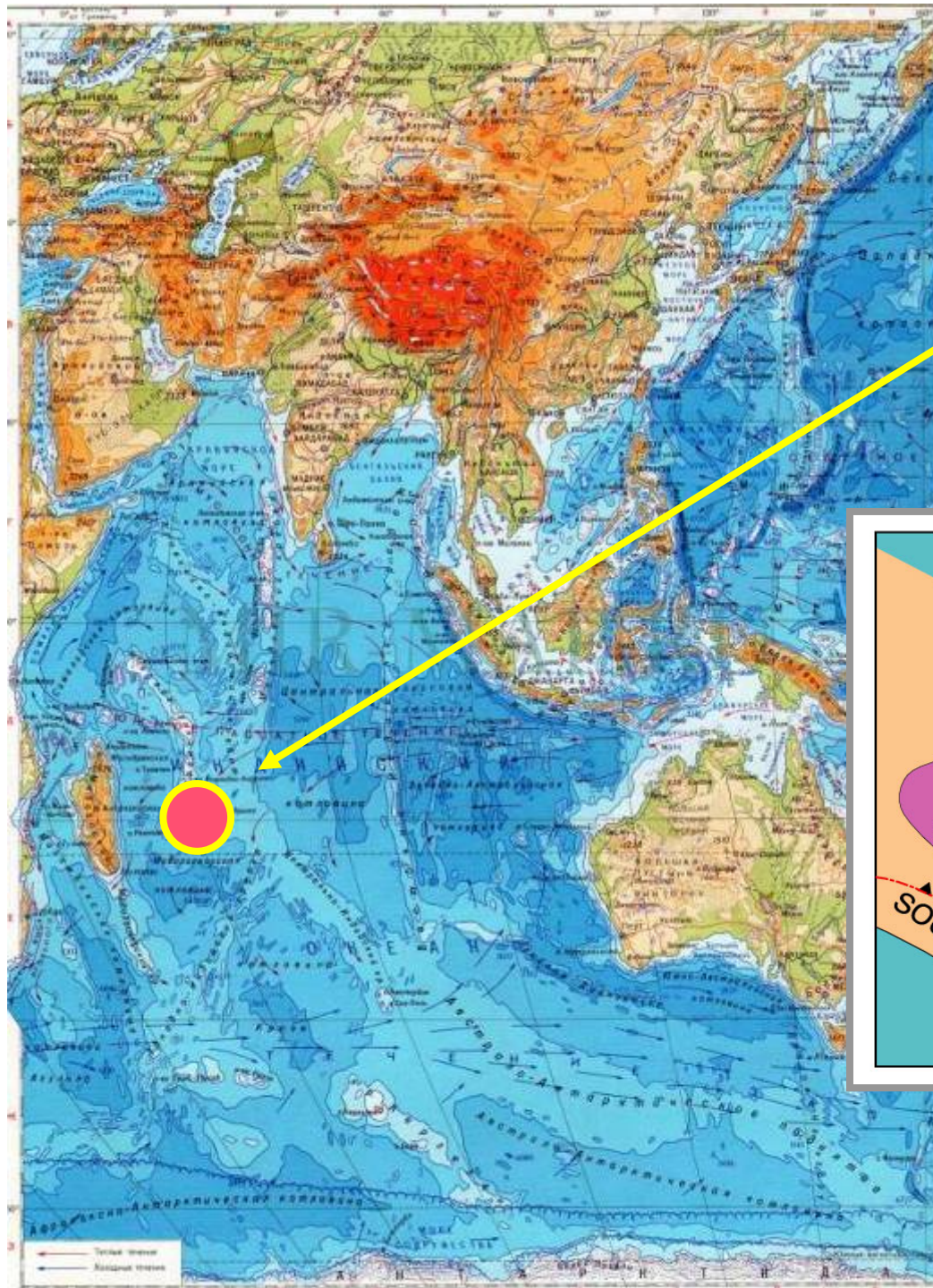
ГЛАВНЫЕ ПЛАТОБАЗАЛЬТОВЫЕ ПРОВИНЦИИ ГОНДВАНЫ до раскола и разделения суперконтинента



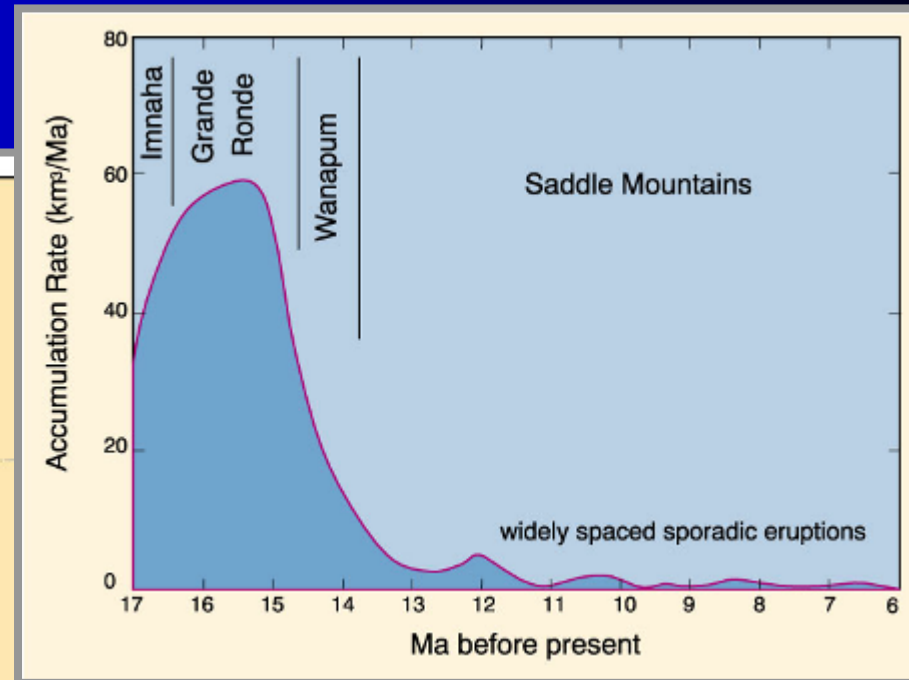
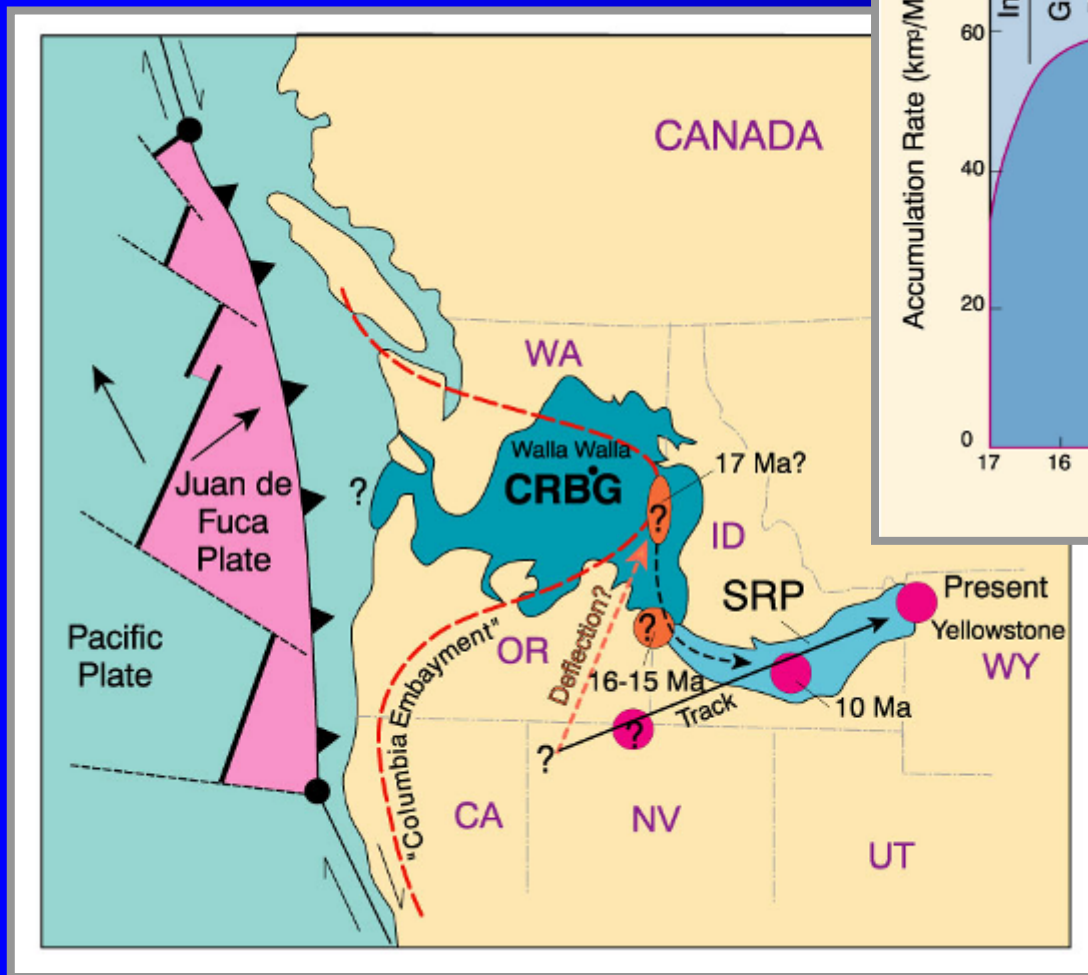
ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ СООТНОШЕНИЯ ПЛАТОБАЗАЛЬТОВЫХ ПРОВИНЦИЙ ПАРАНЫ И ЭТЕНДЕКИ



ПЛАТО ДЕКАН: ИСХОДНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

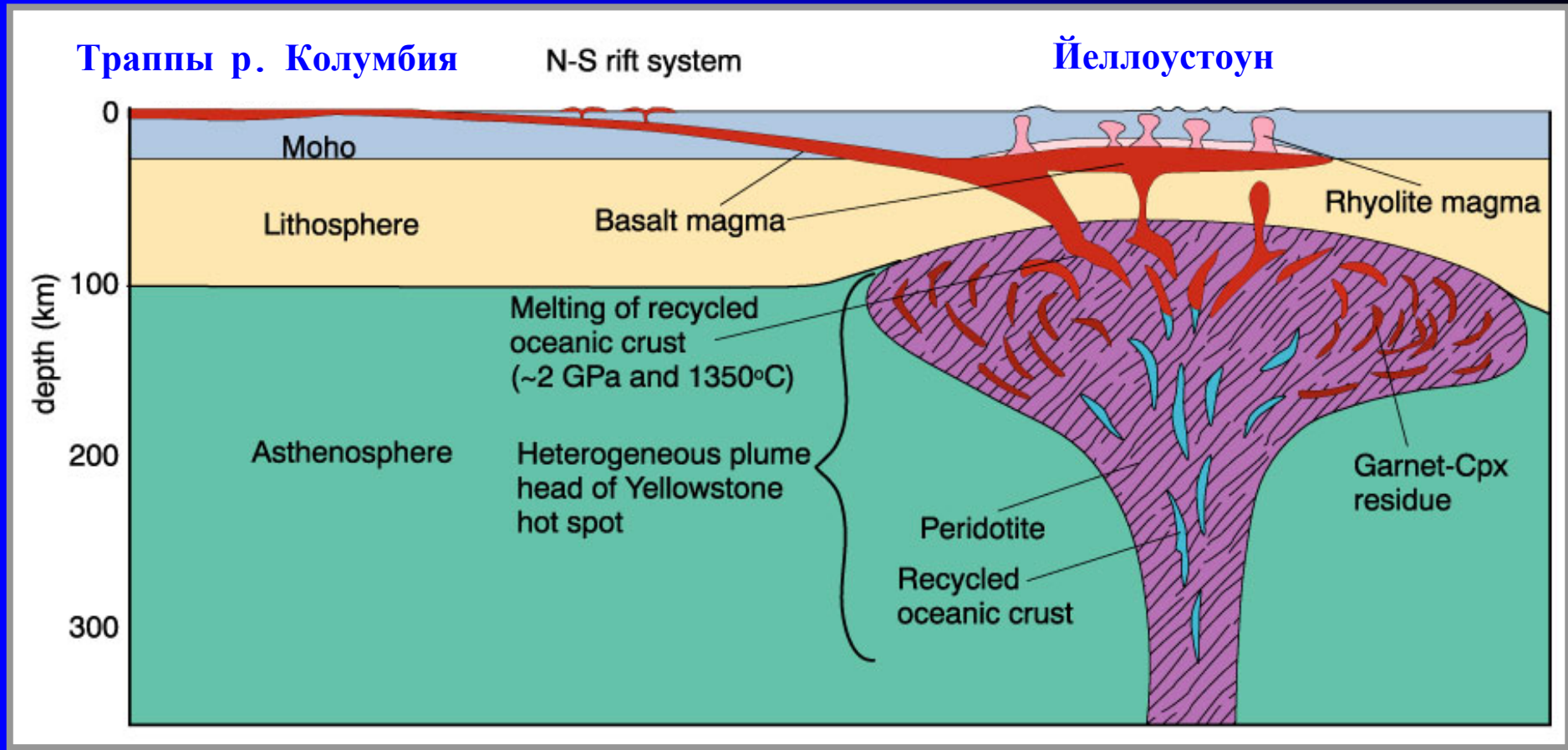


ГЕОТЕКТОНИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ ПЛАТО Р. КОЛУМБИЯ (CRB) И ПРИМЫКАЮЩИХ ОБЛАСТЕЙ (SRP-Yellowstone)

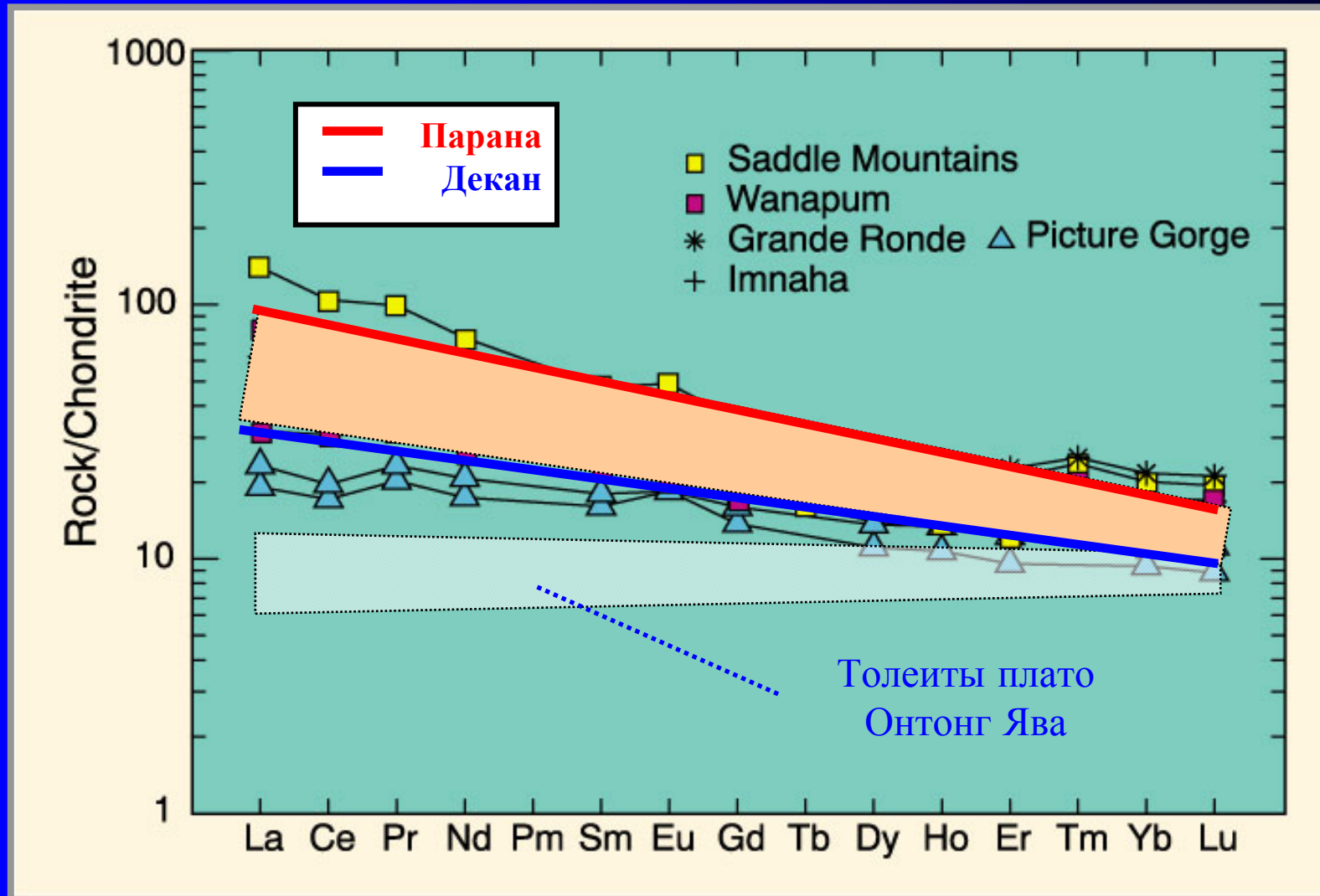


Продуктивность
магматизма плато р.
Колумбия

ПЕТРОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СХЕМА МИОЦЕНОВОГО МАГМАТИЗМА северо-запада США



РАСТРЕДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПЛАТОБАЗАЛЬТАХ ПАРАНЫ И ДЕКАНА



ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЭФФУЗИВНЫХ ТРАППОВ

Большинство эффузивных траппов сложено базальтами представляющими “насыщенные” (с нормативным гиперстеном) или кварцевые толеиты.

Они проявляют высокую степень накопления железа и по формальным признакам относятся к ферробазальтам.

В ряде провинций эти толеитовые ферробазальты ассоциируют с кислыми породами – риолитами и риодацитами.

Субщелочных и щелочных пород встречается крайне мало.

Высокомагнезиальные базальты в целом редки.

ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫЕ СОСТАВЫ БАЗАЛЬТОВЫХ ТРАПТТОВ ФЕРРАРА, ТАСМАНИИ И ПАРАНЫ

Оксиды	Диабазы Феррара (Антарктида)		Тасманский долерит	Базальты Параны (Бразилия)	
SiO_2	50.40	53.75	53.4	54.20	50.82
TiO_2	0.44	0.70	0.6	1.53	2.79
Al_2O_3	15.51	14.23	15.4	14.74	14.15
FeO	8.72	9.62	9.1	11.70	13.49
MnO	0.17	0.18	0.10	0.17	0.20
MgO	10.60	6.64	6.7	4.54	4.81
CaO	10.87	10.60	11.1	8.77	9.40
Na_2O	1.42	1.83	1.7	2.71	2.70
K_2O	0.37	0.81	1.0	1.41	1.21
P_2O_5	0.08	0.18	0.1	0.23	0.43
$\text{Mg}\#$	0.682	0.552	0.568	0.409	0.389

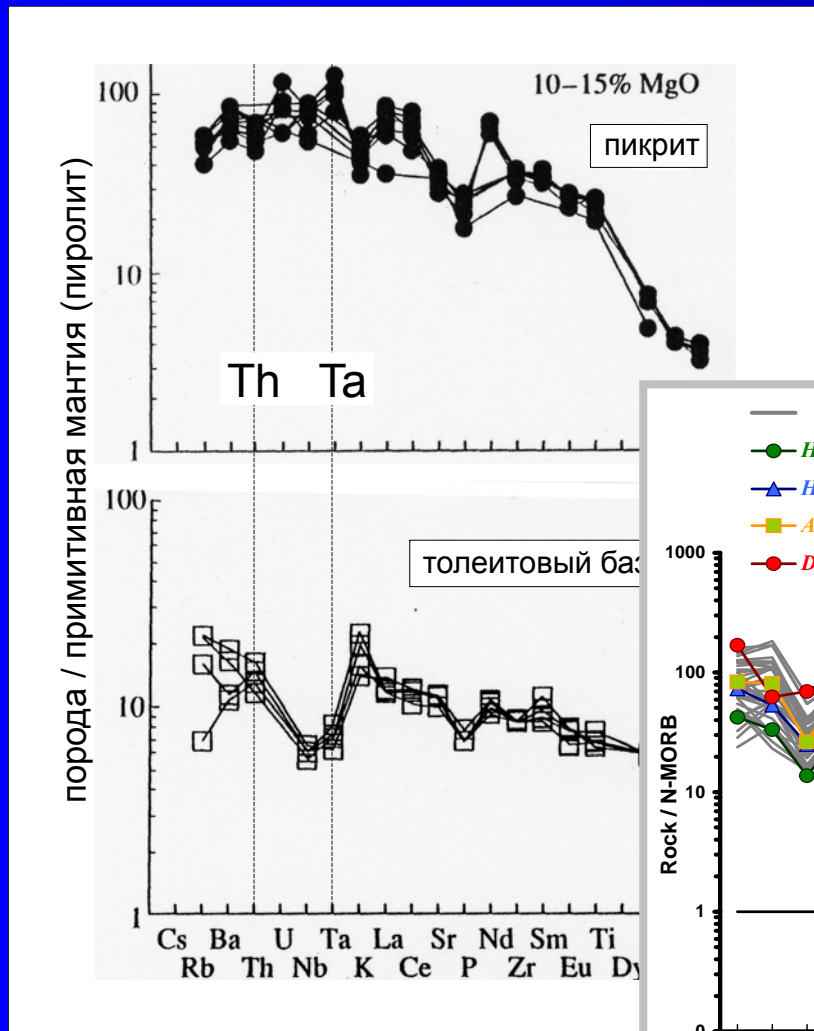
$$\text{Mg}\# = \text{MgO}/(\text{MgO}+\text{FeO})$$

ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫЕ СОСТАВЫ ПИКРИТОВ И БАЗАЛЬТОВ ПРОВИНЦИИ КАРРУ (ЮЖНАЯ АФРИКА)

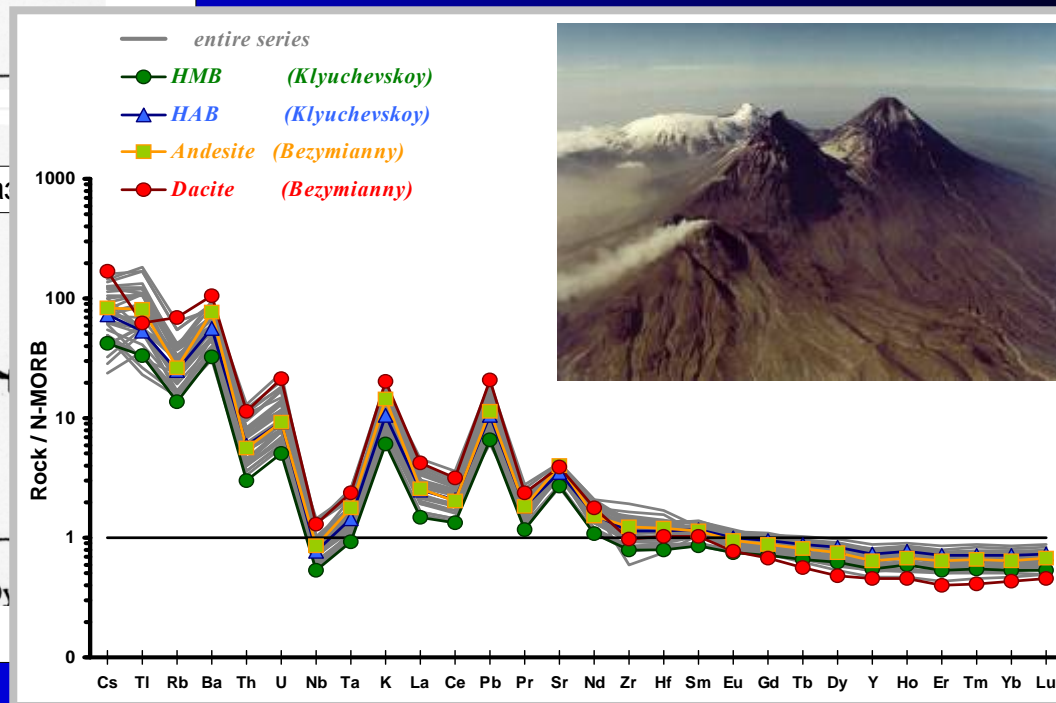
Оксиды	Вулканические породы Карру				Плато Онтонг Ява
	Пикриты		Низко-Ti серия		
SiO ₂	48.96	48.87	50.22	50.17	49.25
TiO ₂	2.74	0.72	0.97	1.55	1.20
Al ₂ O ₃	8.98	14.11	15.54	13.54	14.00
FeO	12.04	10.19	9.83	13.56	11.42
MnO	0.13	0.16	0.17	0.22	0.21
MgO	15.48	15.08	7.36	5.28	7.75
CaO	8.50	8.89	10.21	10.26	12.35
Na ₂ O	1.62	1.56	2.06	2.63	2.05
K ₂ O	0.90	0.21	0.22	0.28	0.14
P ₂ O ₅	0.34	0.09	0.17	0.19	0.06
Mg#	0.696	0.725	0.572	0.410	0.547

$$\text{Mg\#} = \text{MgO}/(\text{MgO}+\text{FeO})$$

СРАВНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКО-Ті ПИКРИТОВ И НИЗКО-Ті БАЗАЛЬТОВ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ



- Субщелочные пикриты высоко-Ті серии гораздо богаче Th и Ta, чем обычные толеиты



ГИПОТЕЗЫ ОБРАЗОВАНИЯ ПЛАТОБАЗАЛЬТОВЫХ ПРОВИНЦИЙ

ОКЕАНИЧЕСКИЕ
ПЛАТО

КОНТИНЕНТАЛЬНЫЕ
ТРАПЫ

В обоих случаях –
*магматизм “плюмовой
природы”*

В обоих случаях –
*высокопродуктивный
источник*

Главное отличие –

*более высокая степень контаминации
источника траппов веществом
континентальной литосферы !*

ИНТРУЗИВНЫЕ ТРАПТЫ И КРУПНЫЕ РАССЛОЕННЫЕ КОМПЛЕКСЫ МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫХ ПОРОД

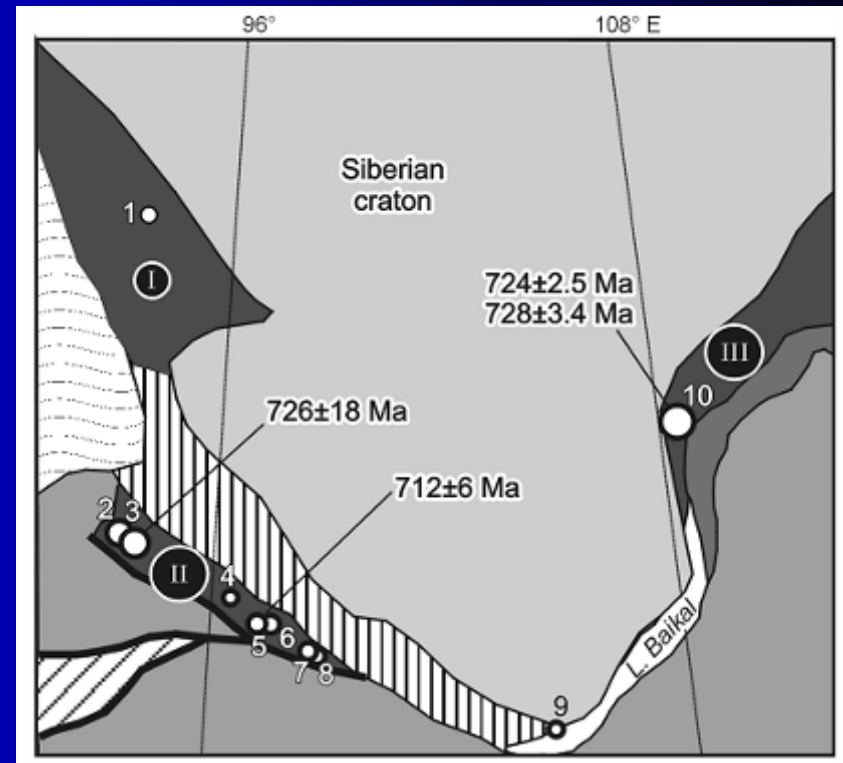
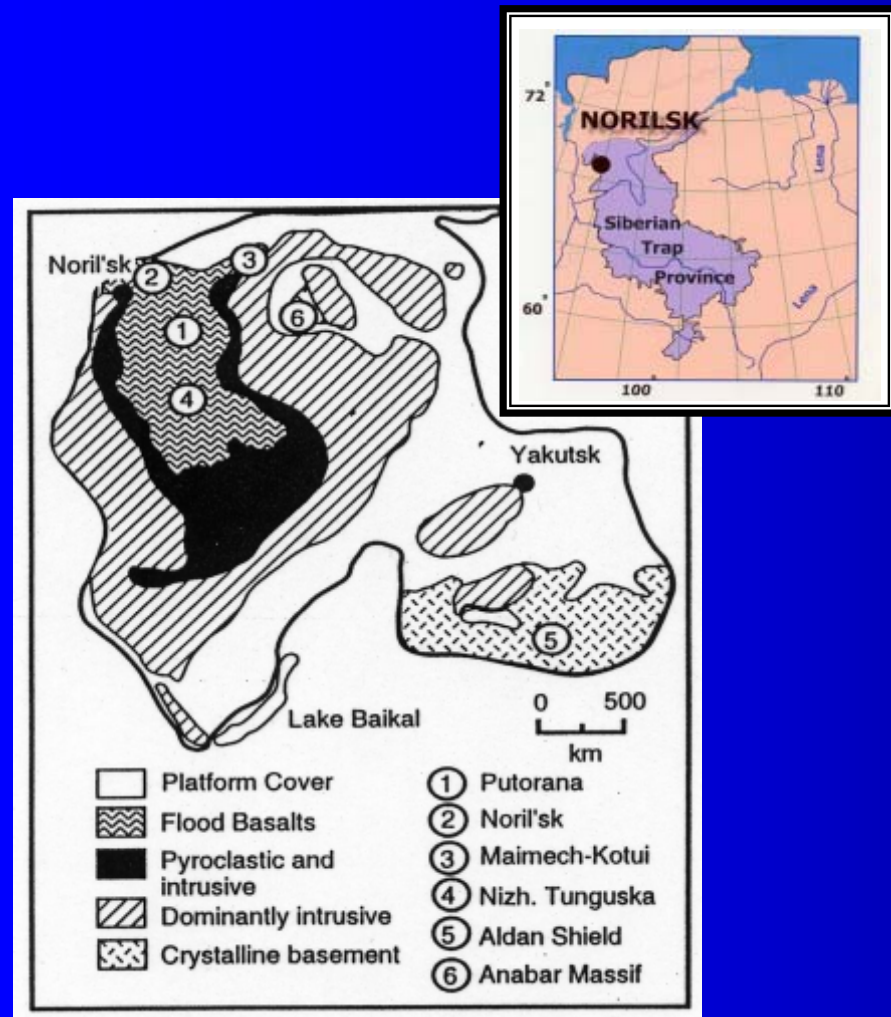
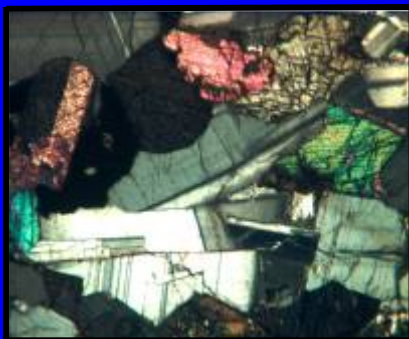


Fig. 1. Schematic occurrence of ore-bearing complexes in the East Siberian metallogenic province. I, continents and microcontinents; 2, exposures of the Precambrian basement of the Siberian craton; 3–7, folded areas: 3, Riphean; 4, Riphean–Vendian; 5, Early Caledonian; 6, Late Caledonian; 7, cover of the West Siberian Plate; 8, suture zones; 9, ultramafic–mafic massifs hosting PGE–Cu–Ni deposits and ore occurrences: 1, Shumikha; 2, Kingash; 3, Verkhniy Kingash; 4, Golumbei; 5, Tartai; 6, Ognit; 7, Zhelos; 8, Tokty-Oi; 9, Malyy Zadoi; 10, Yoko-Dovyren. I, Yenisei Ridge; II, Sayan zone (Kan and Alkhadyr terranes); III, Baikal–Patom pericratonal trough.

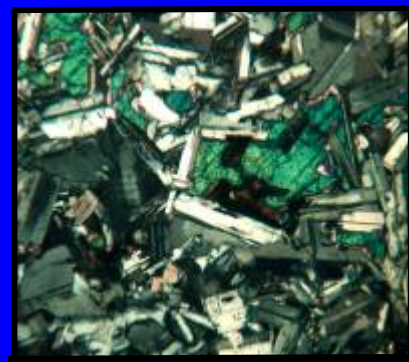
Расслоенность дифференцированных силлов Сибирской платформы



Габбродолерит:
 $Pl + Crx \pm Ol \pm Mt$



Такситоофитовый
долерит:
 $Ol + Pl + Crx$



Пойкилоофитовый
долерит:
 $Ol + Pl$

1. Последовательная (снизу вверх)
смена структуры долеритов



2. Последовательное (снизу
вверх) изменение набора
первичных котектических
минералов



3. Соответствие порядку
кристаллизации толеитовой магмы
(по результатам экспериментов):

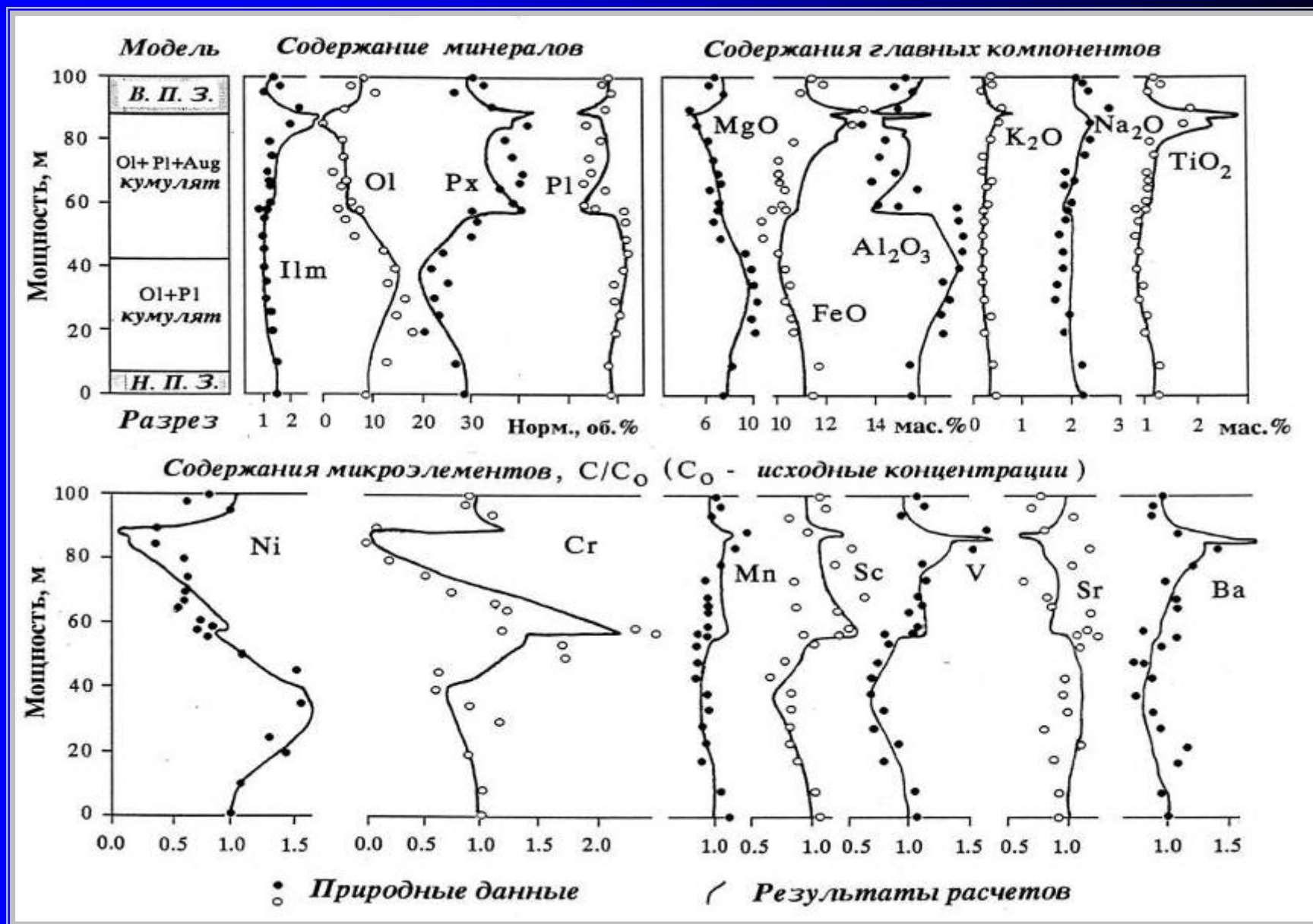
$(Ol) \rightarrow$

$Ol + Pl \rightarrow$

$Ol + Pl + Crx$

$\rightarrow Pl + Crx \pm Ol \pm Mt$

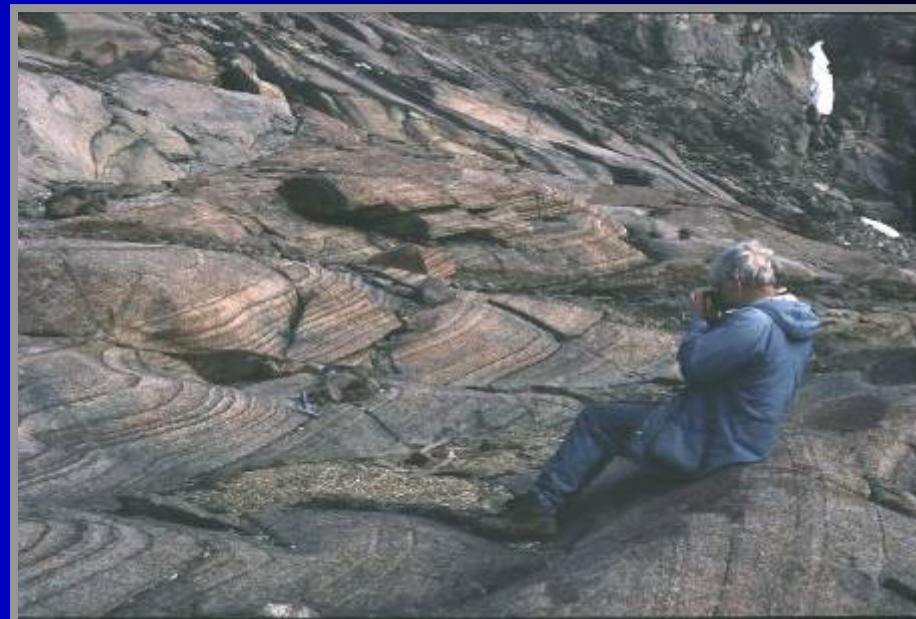
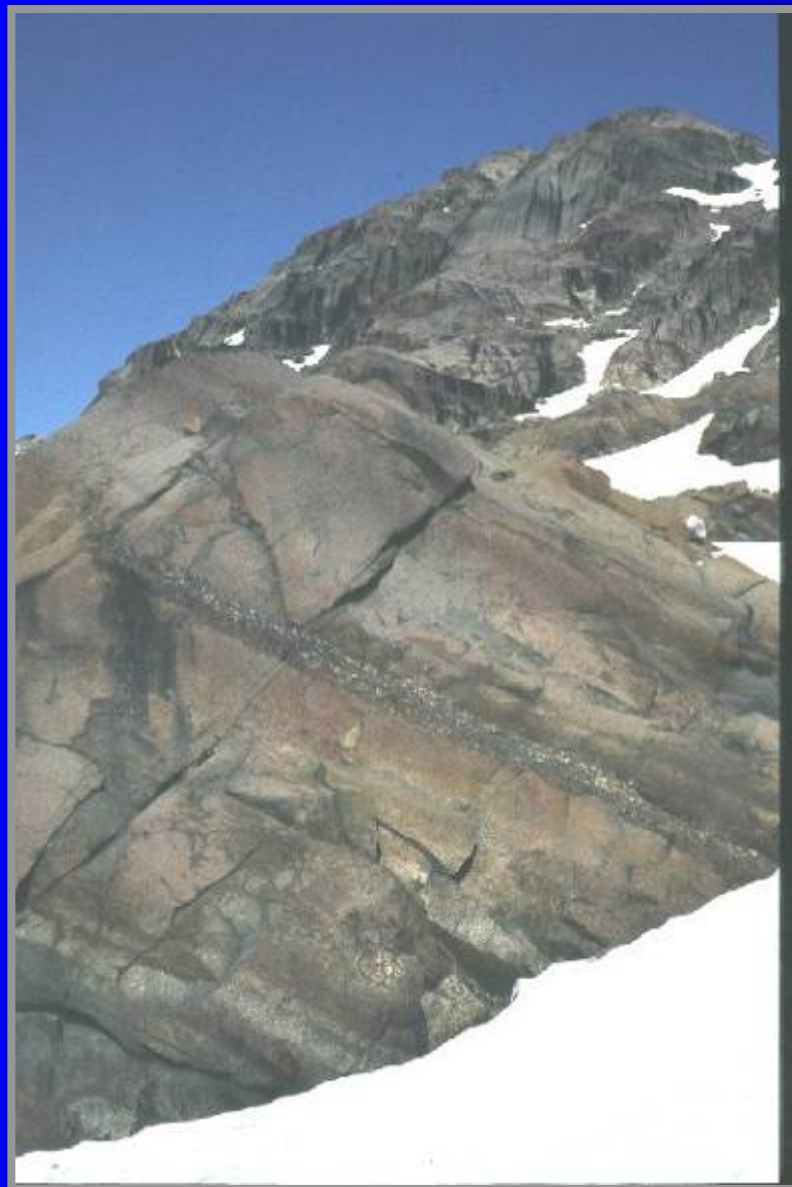
Моделирование расслоенности дифференцированных силлов Сибирской платформы



Главные признаки крупных расслоенных интрузивов (*Large Layered Intrusions*)

1. **Мощность** - от 1 до 10 км
2. **Форма тел** - лополиты, воронки, кольцевые
3. **Возраст** - чаще Докембрий (>570 млн. лет)
4. **Расположение** - на краях платформ (*комагматичны формациям платобазальтов*)
5. **Состав пород** - мафит - ультрамафитовый
6. **Структуры** - кумулятивные
7. **Расслоенность** - фазовая, модальная, скрытая, ритмическая и пульсирующая

ПРИМЕРЫ МАКРОРАССЛОЕННОСТИ КРУТНЫХ ИНТРУЗИВОВ



ПРИМЕРЫ МИКРОРАССЛОЕННОСТИ КРУПНЫХ ИНТРУЗИВОВ

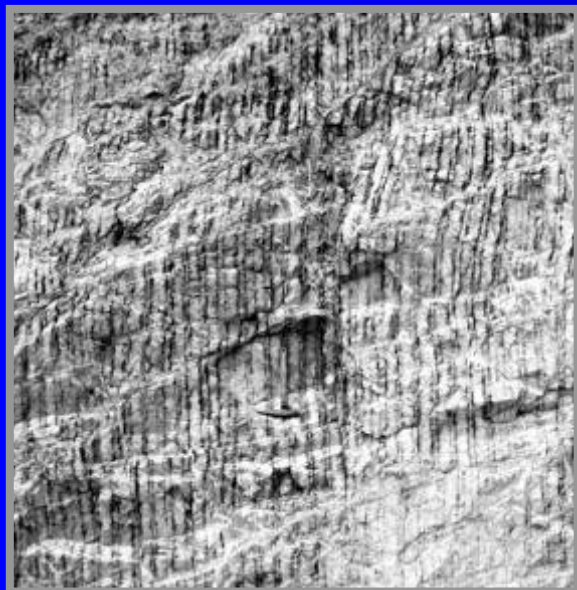
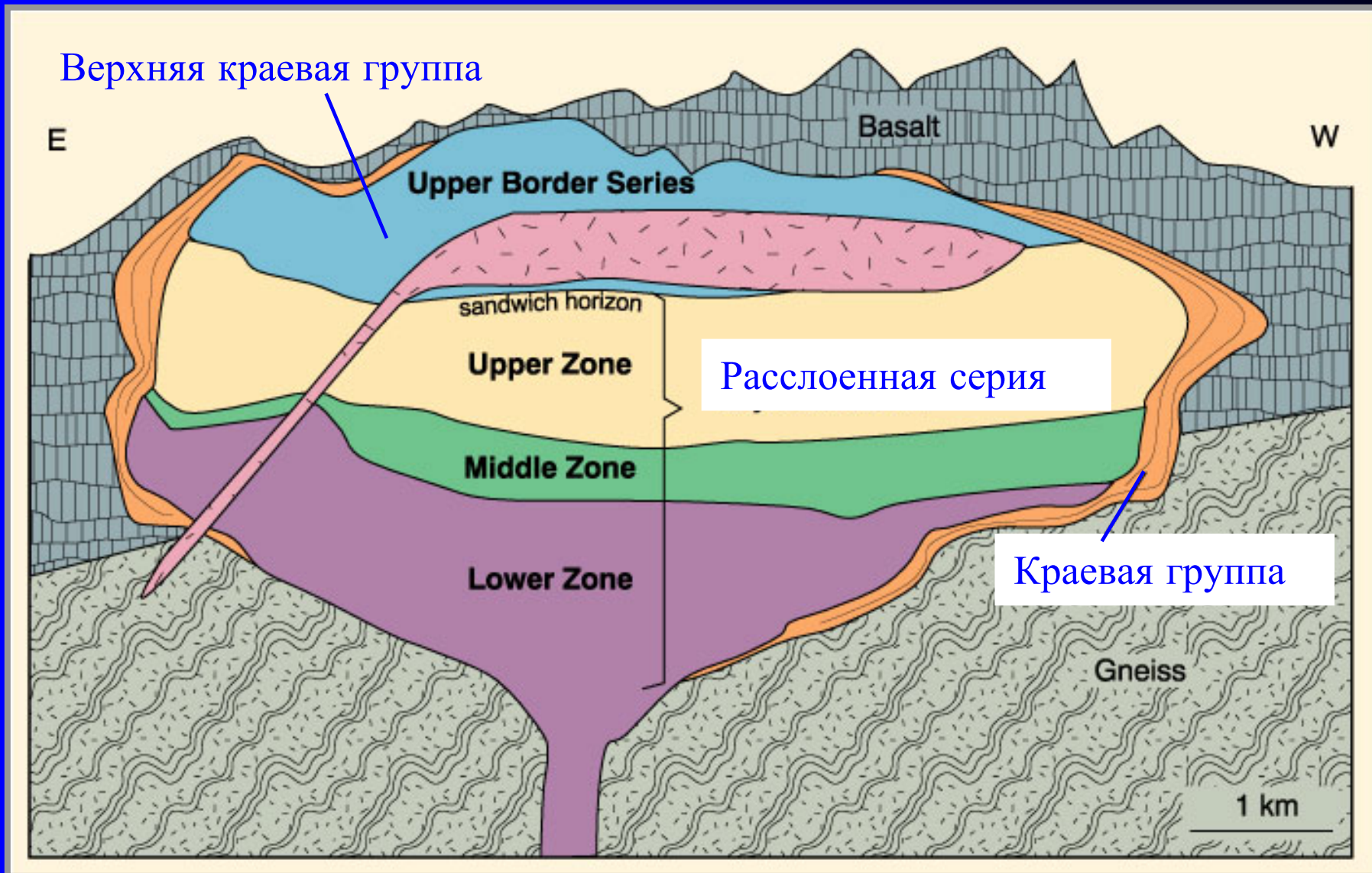
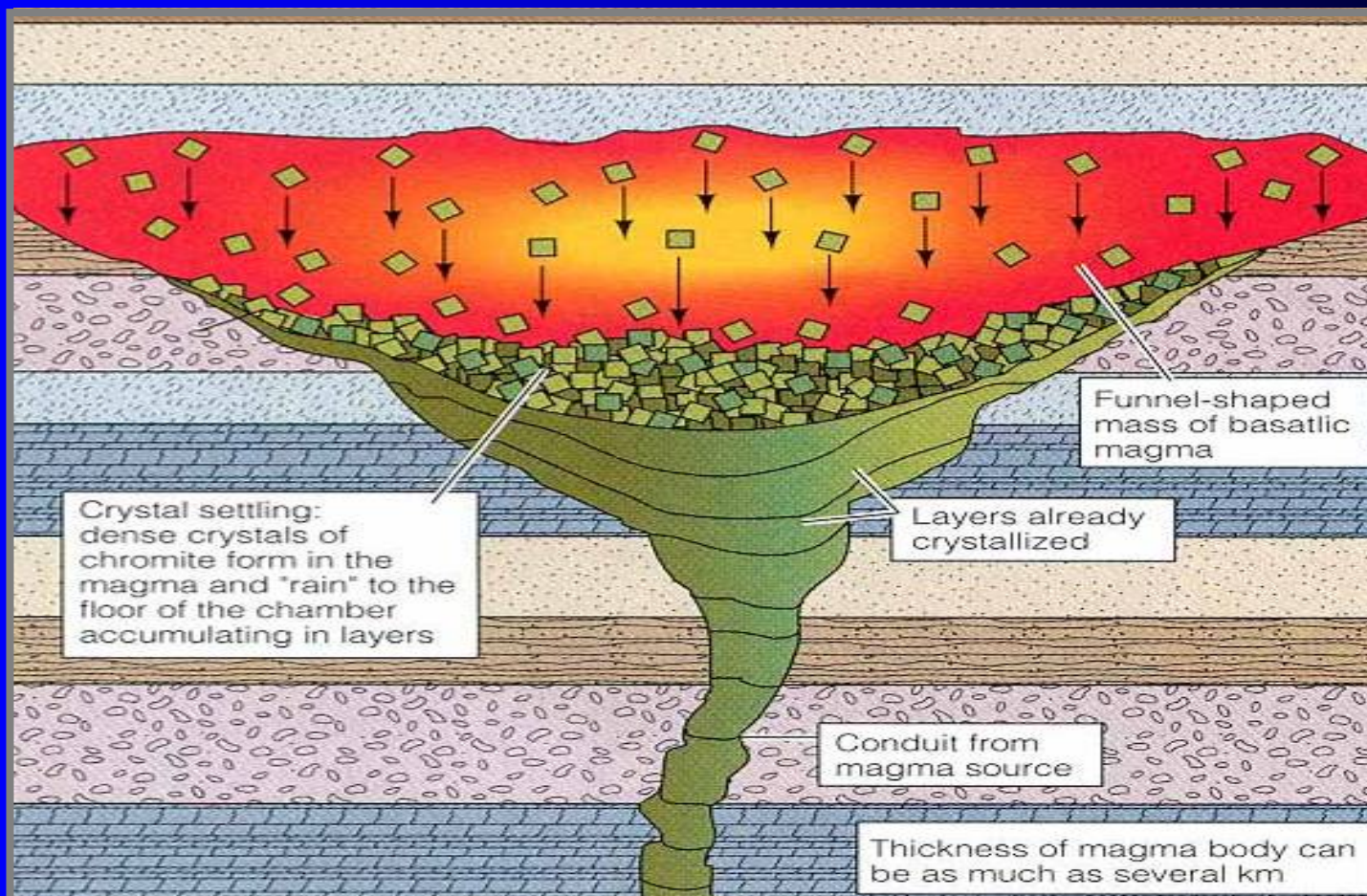


Схема строения Скергаардского массива

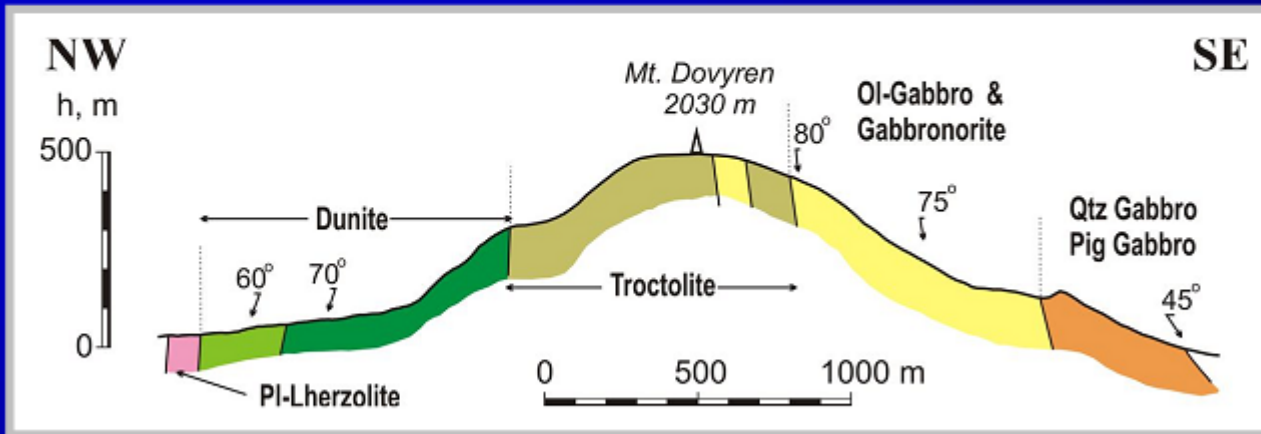


ВЕДУЩИЙ МЕХАНИЗМ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ -

перенос кристаллизующихся фаз суспензионными потоками от кровли интрузива в придонные части магматической камеры



The Synnyr-Dovyren volcano-pluton complex

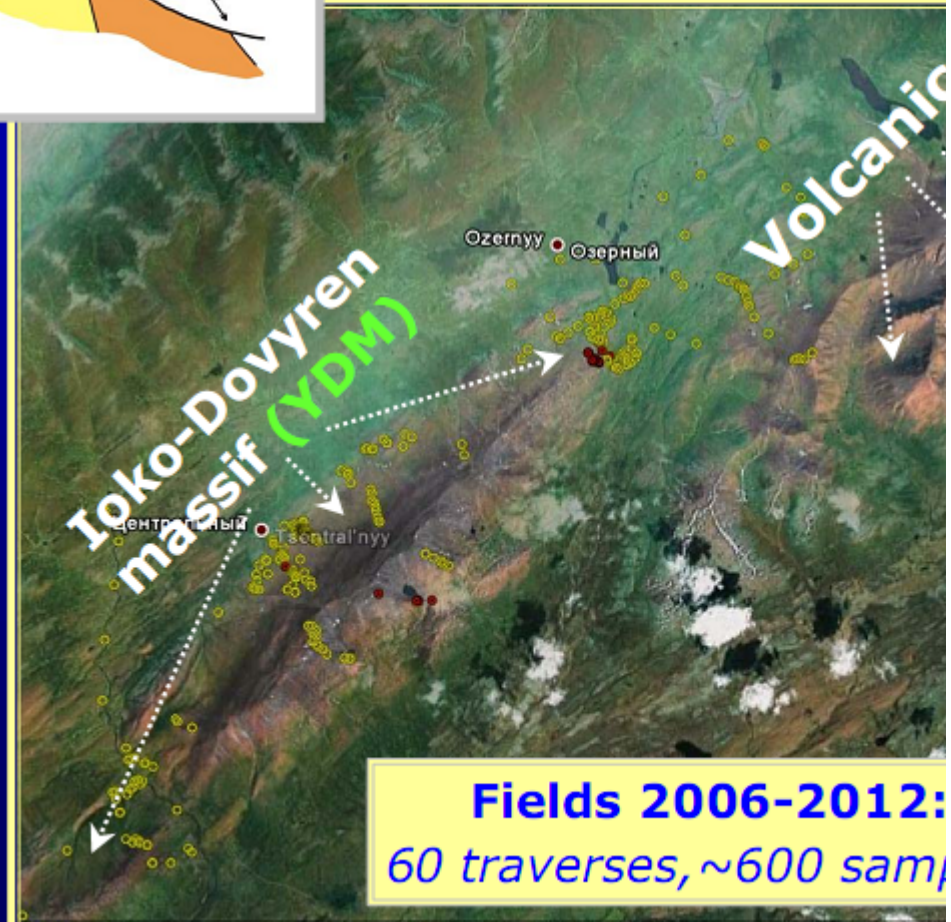


Sampling intrusive rocks associated volcanic

Profile across the YDM



Sampling dunites across the strike



Fields 2006-2012:
60 traverses, ~600 samples

ЙОКО-ДОВЫРЕНСКИЙ МАССИВ (Сев. Прибайкалье)

