

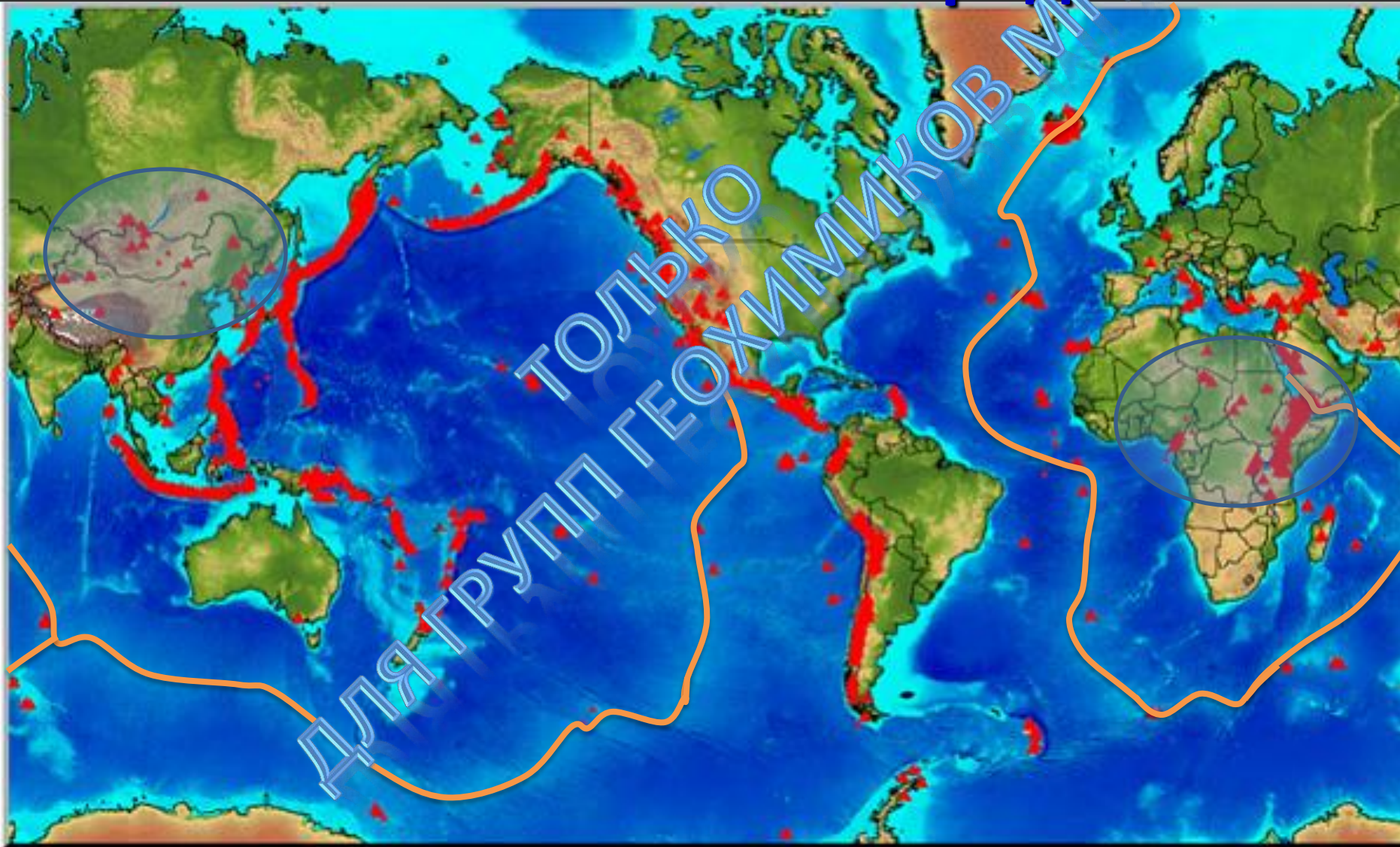
# ПЕТРОЛОГИЯ, часть 2. Магматизм

## Лекция 12. Магматизм активизации платформ

Магматизм активизации платформ. Кимберлитовые и лампроитовые провинции. Трубки взрыва, кольцевые интрузивы, рои даек и связанные с ними магматические породы. Магматизм континентальных рифтов. Петрография, классификация, породообразующие минералы и условия формирования. Гипотезы формирования.

каф.петрологии  
Геологический факультет МГУ  
2015

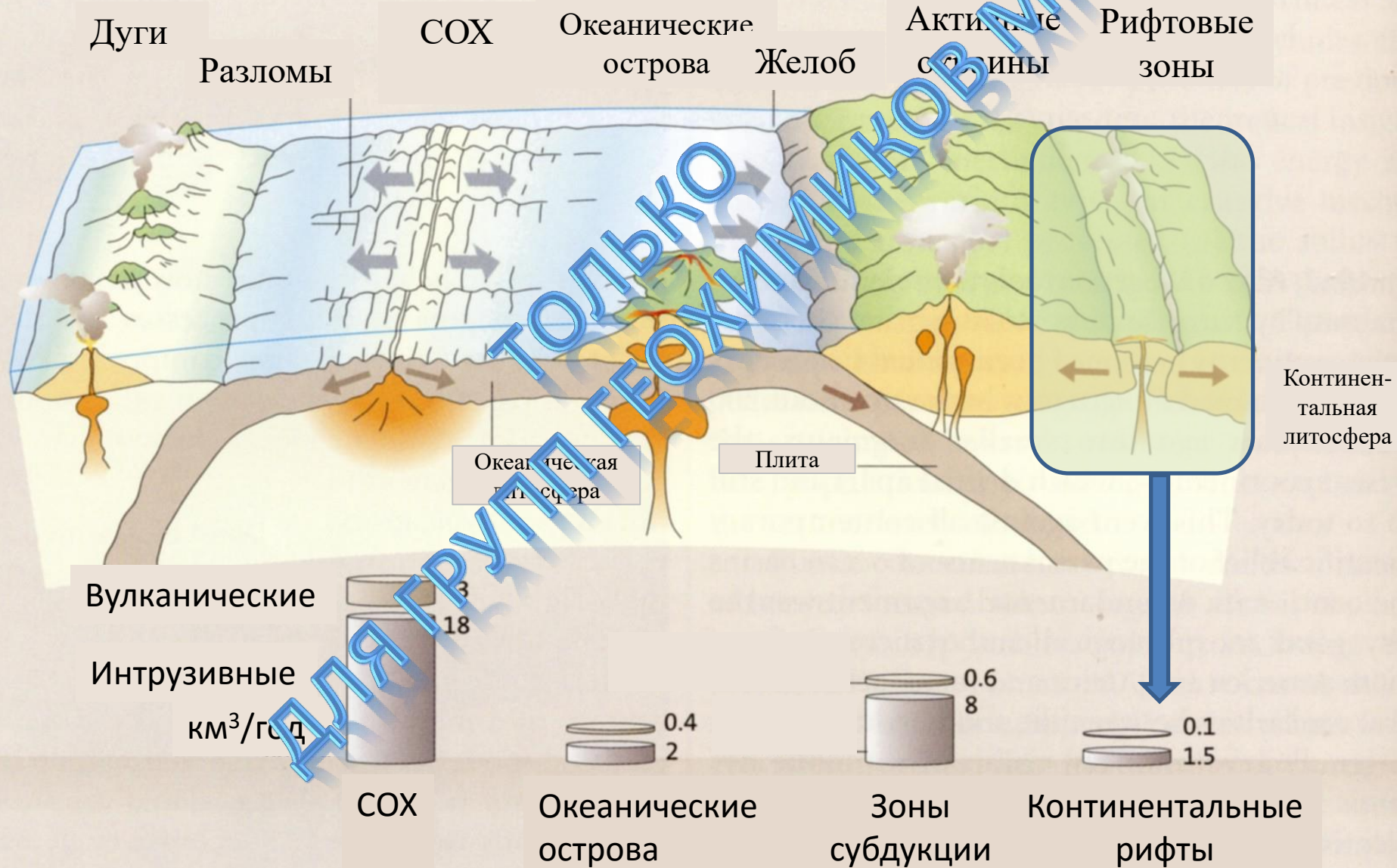
# Где происходит образование магматических пород?



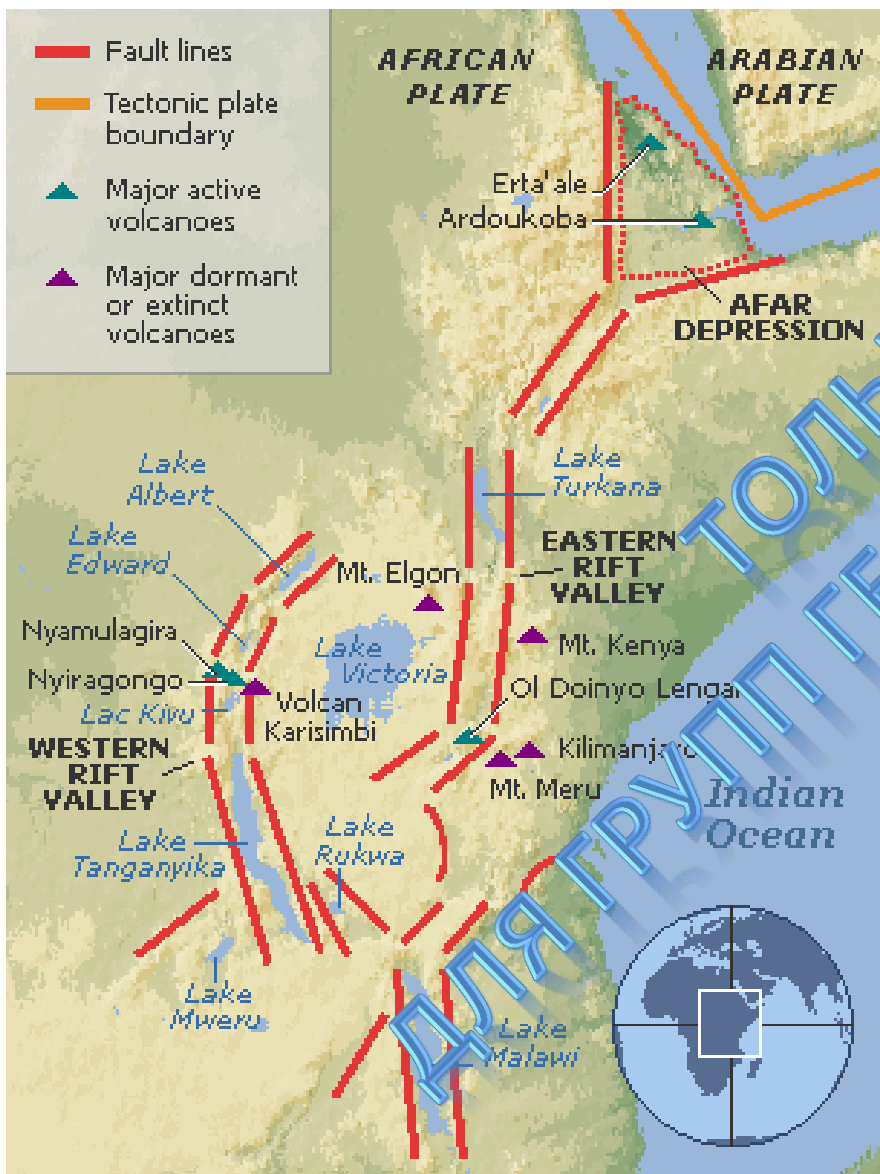
Проявления вулканизма трассируют области современного магматизма



# Продуктивность современных геодинамических обстановок

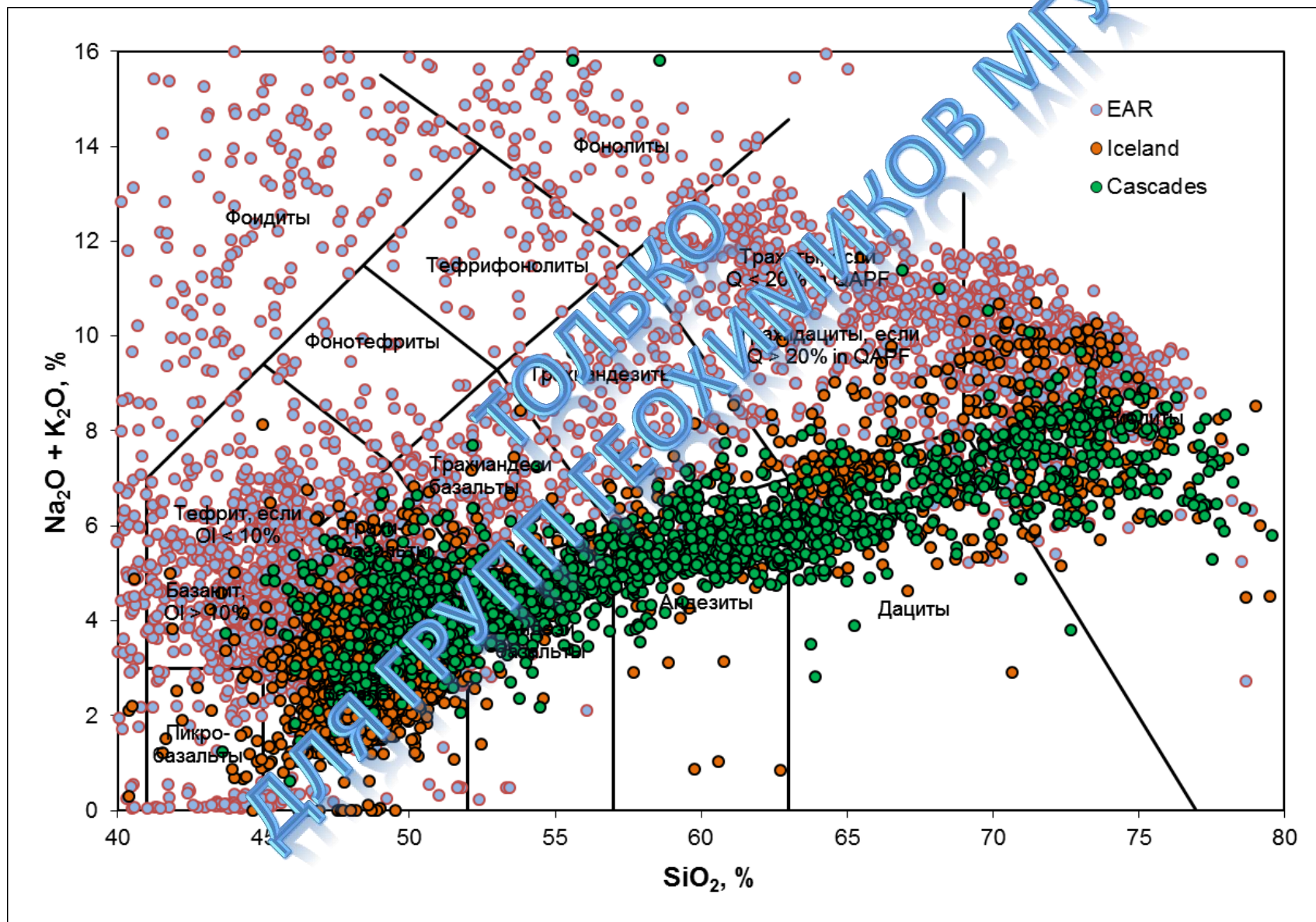


# Восточно-африканская рифтовая система



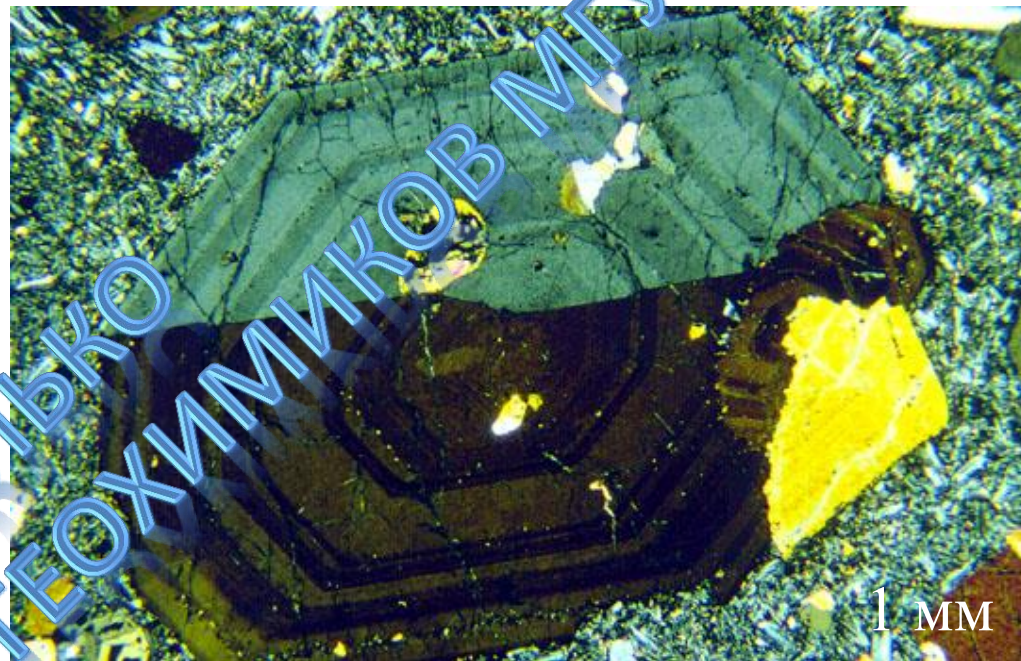
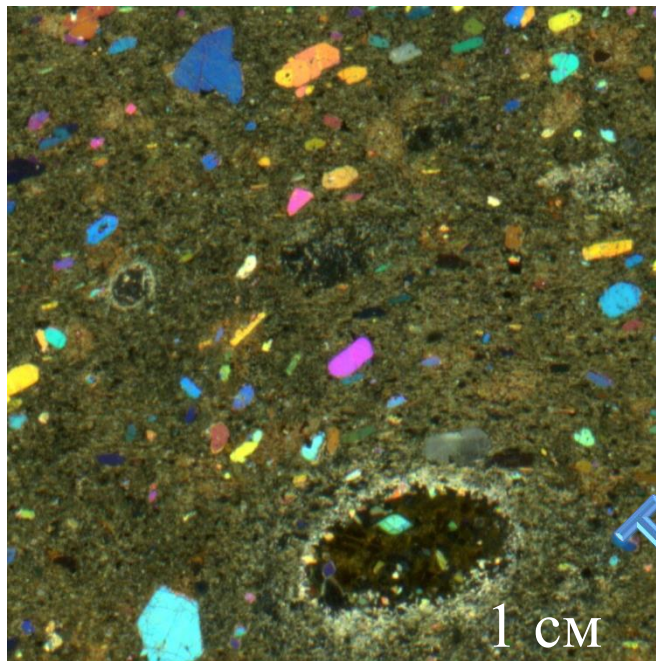


# Породы восточно-африканской рифтовой зоны





# Щелочные породы рифтовых зон



Высокомагнезиальный оливин,  $Fo_{86-91}$

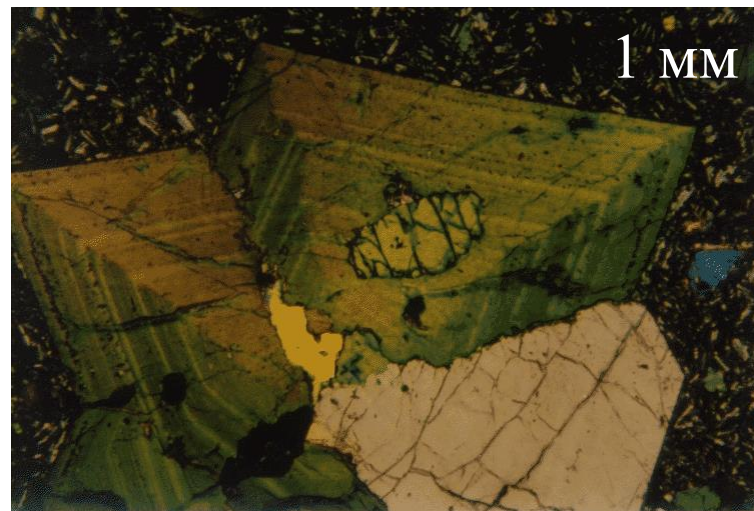
Титан-авгит,  $Mg\# 85-91$

**Не бывает ортопироксена**

**Часто без плагиоклаза**

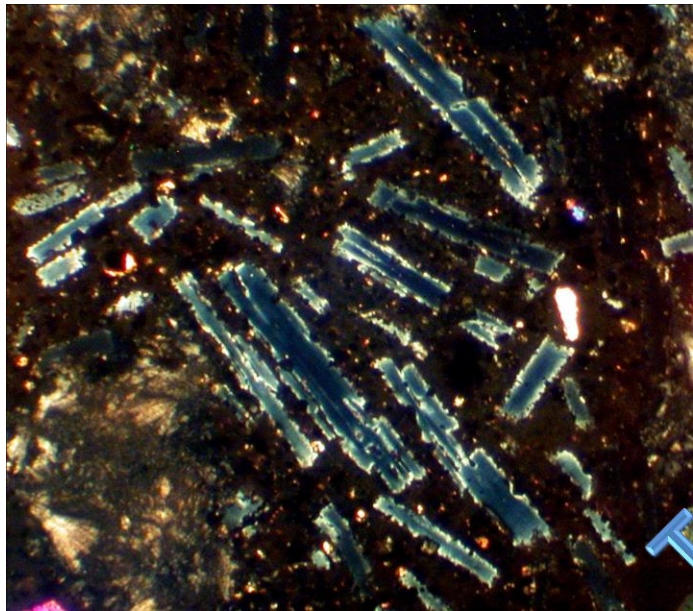
В средних и кислых разностях —

К-На-п.ш. и альбит





# Щелочные породы рифтовых зон



**Мелилит** – очень низкие, часто аномальные интерференционные окраски. Прямоугольные удлиненные разрезы.

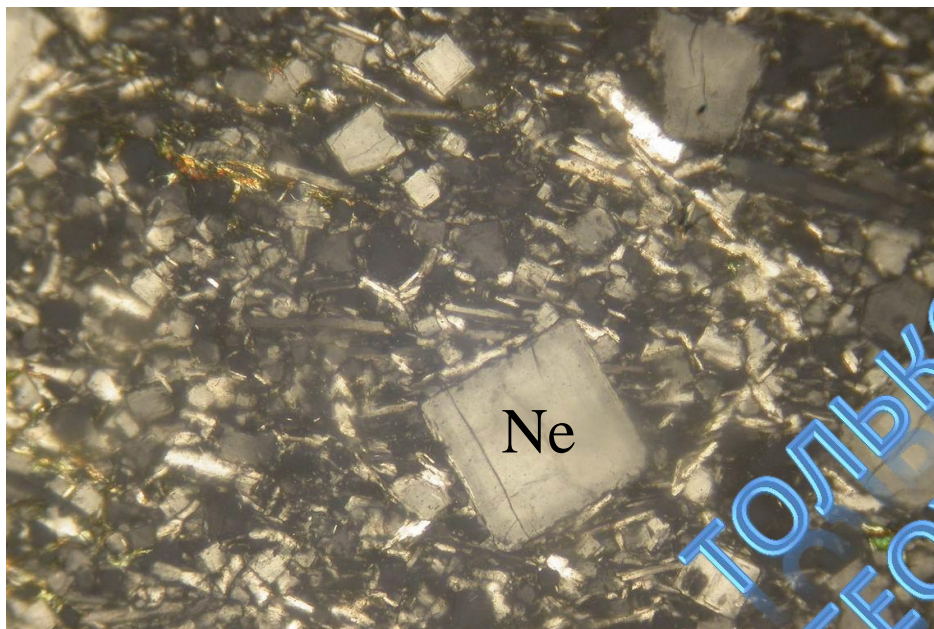
**Нефелин** – низкие интерференционные окраски. Прямоугольные изометричные разрезы.



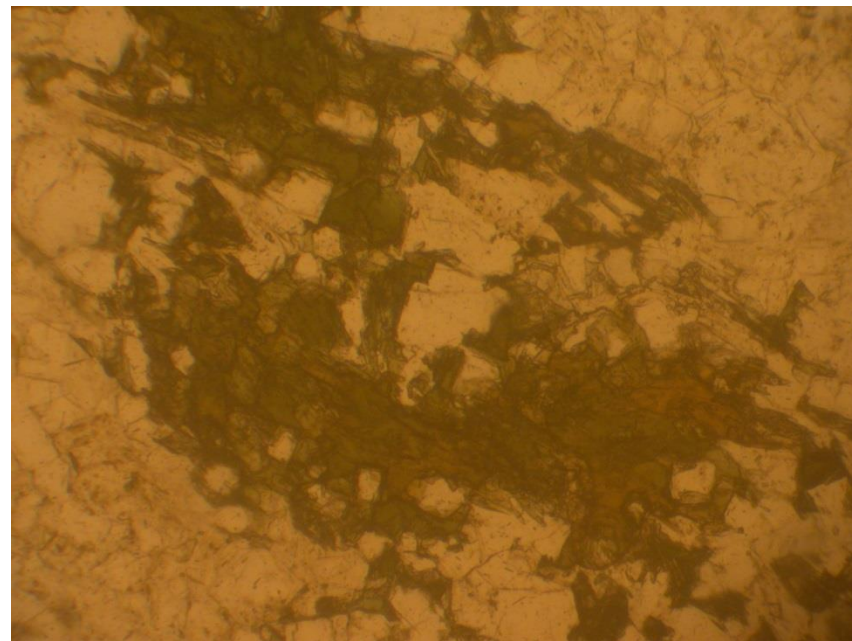
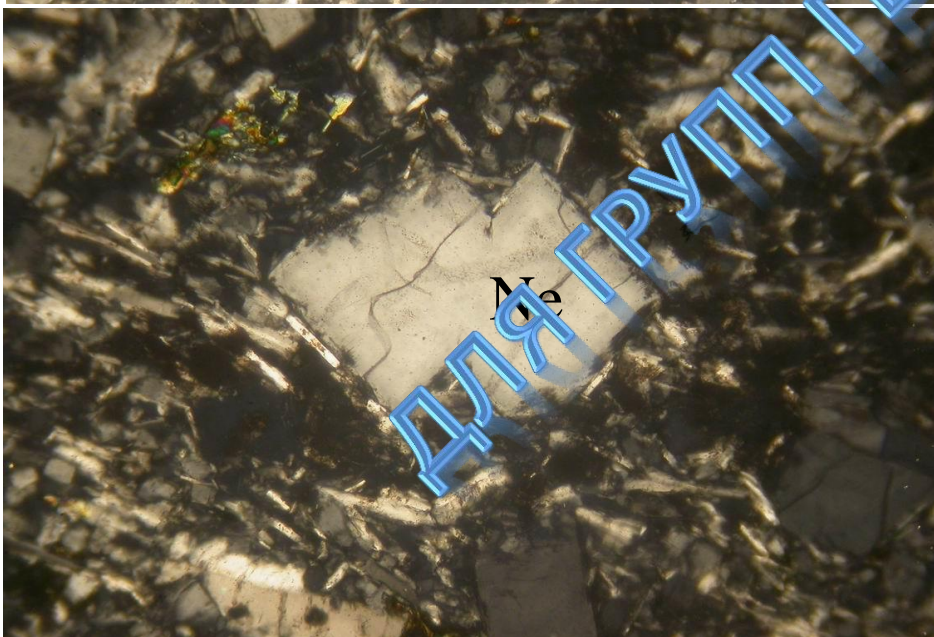
**Лейцит** – очень низкие интерференционные окраски. Многоугольные изометричные разрезы. Часто полисинтетическое двойникование.



# Щелочные породы рифтовых зон



Фонолиты – клиноморфный нефелин в матрице К-На полевого шпата и эгирина. Эгирин поздний, пойкилитовый

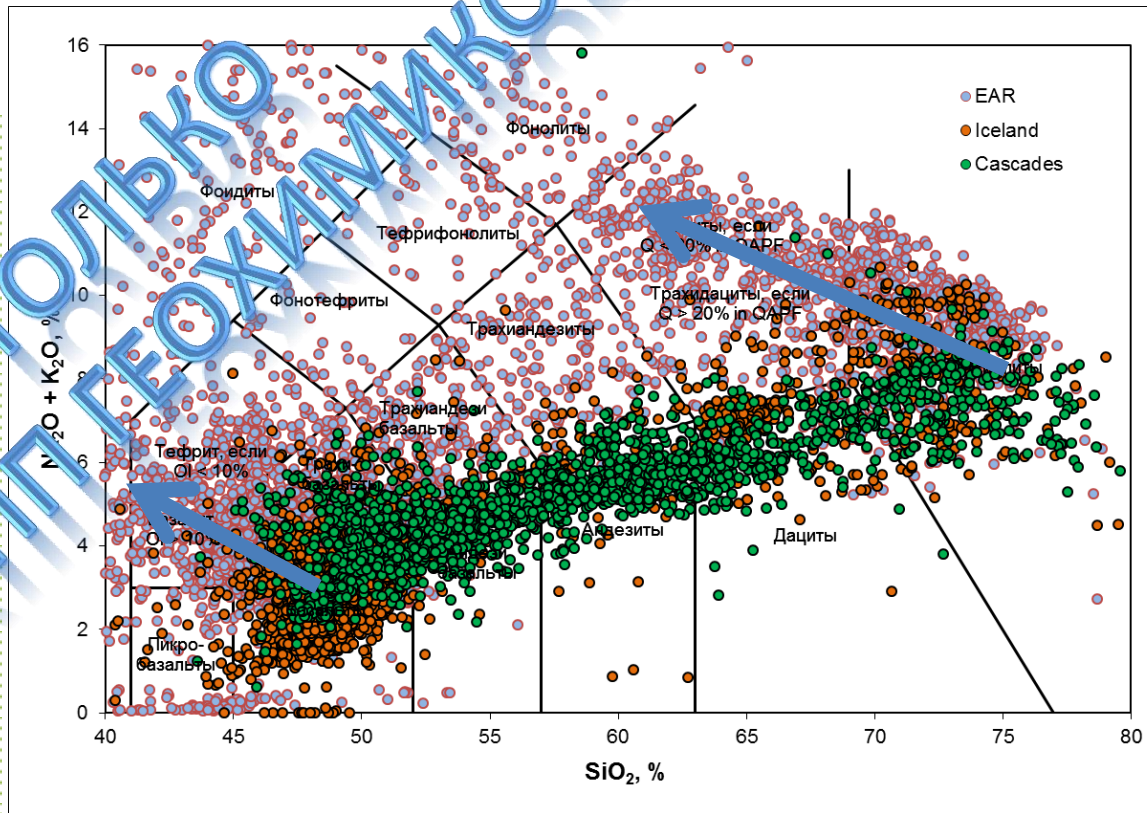
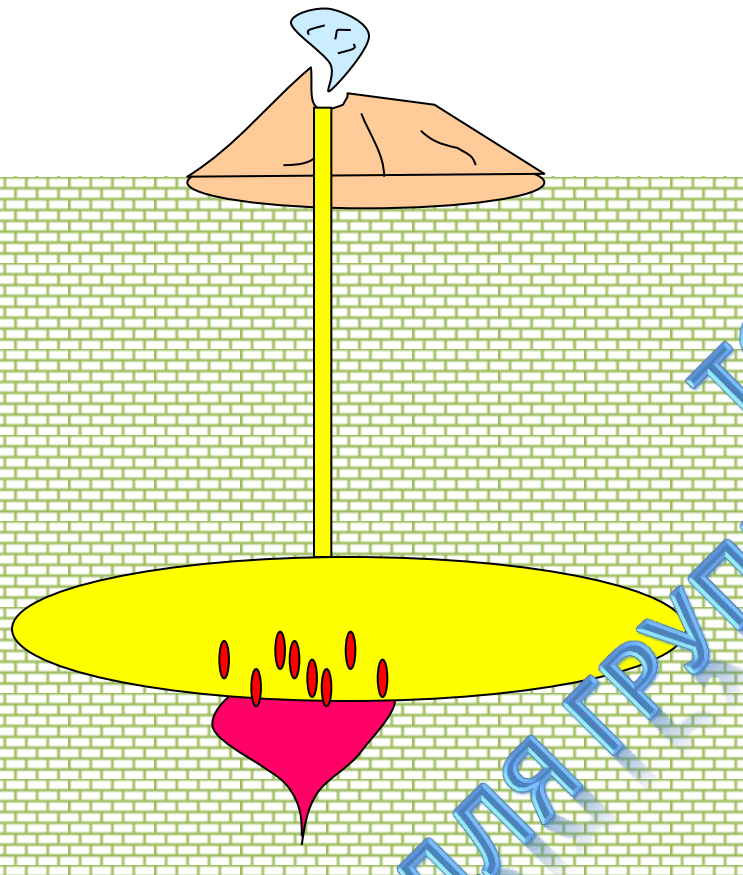




# Гипотеза десиликации

магма  
 $\text{SiO}_2$

мрамор  
 $\text{CaO}$



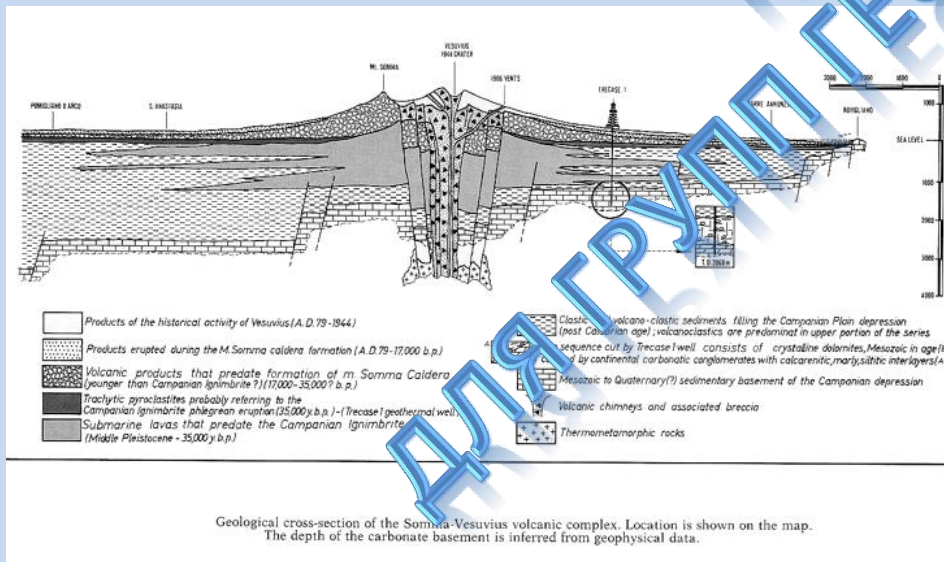
ДЛЯ ГРУППЫ ТОЛЬКО ГЕОХИМИКОВ В МГУ

# Гипотеза десиликации

## Аргументы «За»

Массивы щелочных пород часто находятся в карбонатных толщах

На контакте базальтов и карбонатных пород может образовываться мелилит

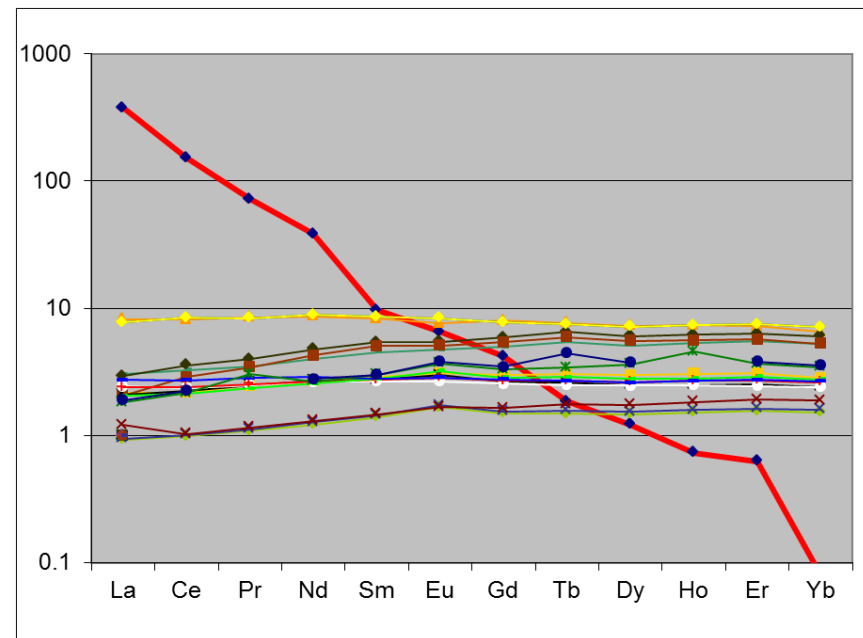


Геологическое строение вулкана Везувий

## Аргументы «Против»

Массивы щелочных пород часто не обнаруживают связи с карбонатными осадками

Часть карбонатных пород имеет магматическое происхождение - карбонатиты





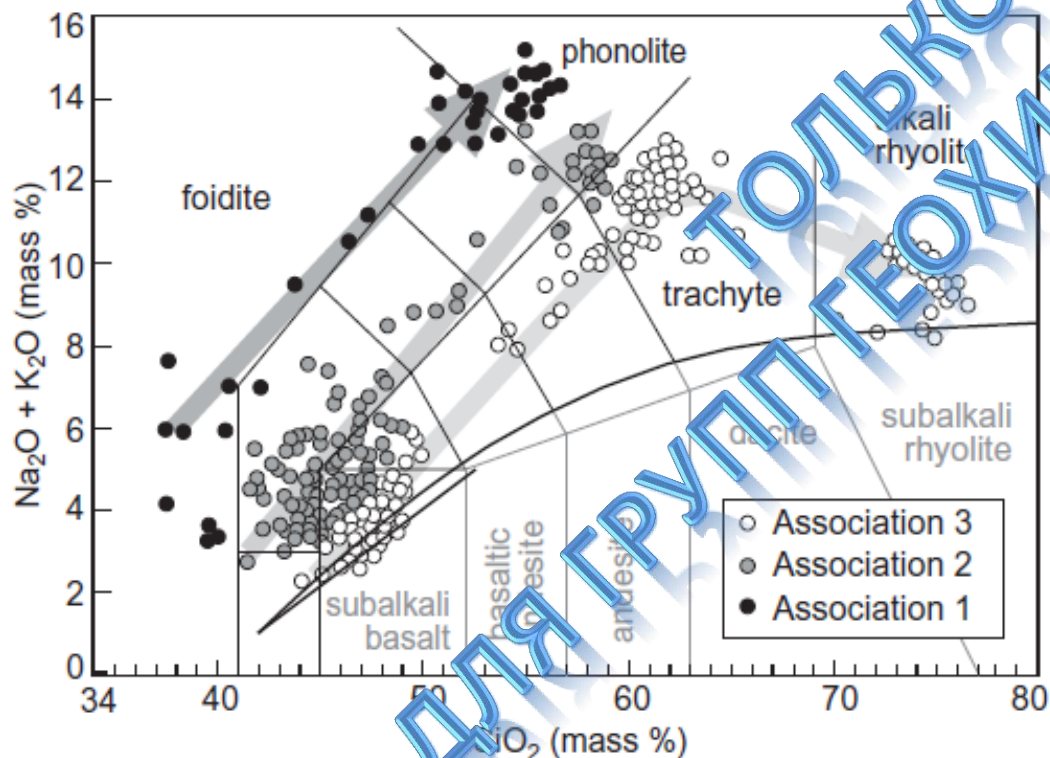
# Гипотеза фракционирования базальтовой магмы

Стадии развития рифта Грегори:

4-0 млн. лет – полное развитие грабена

12-4 млн. лет – полуграбен (разломы с запада, моноклинали с востока)

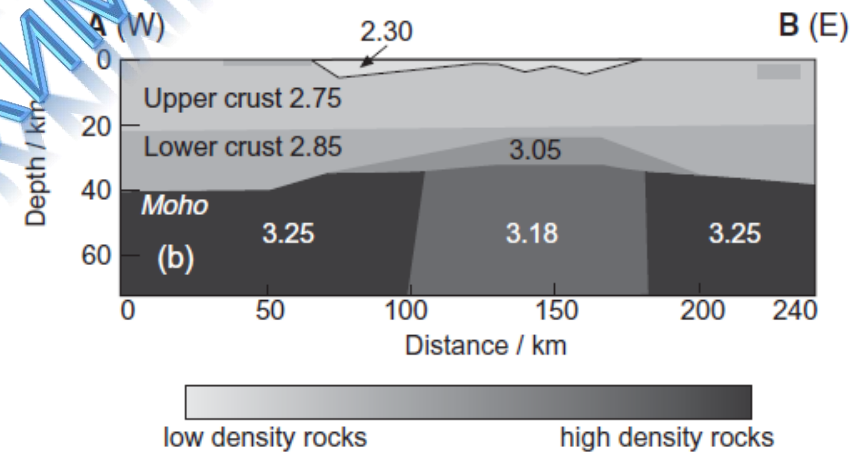
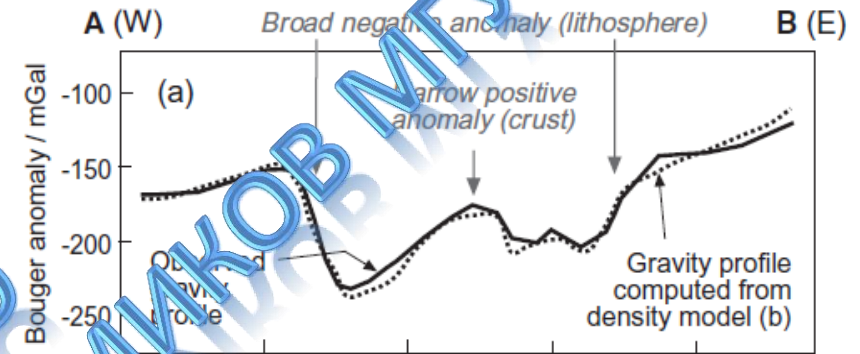
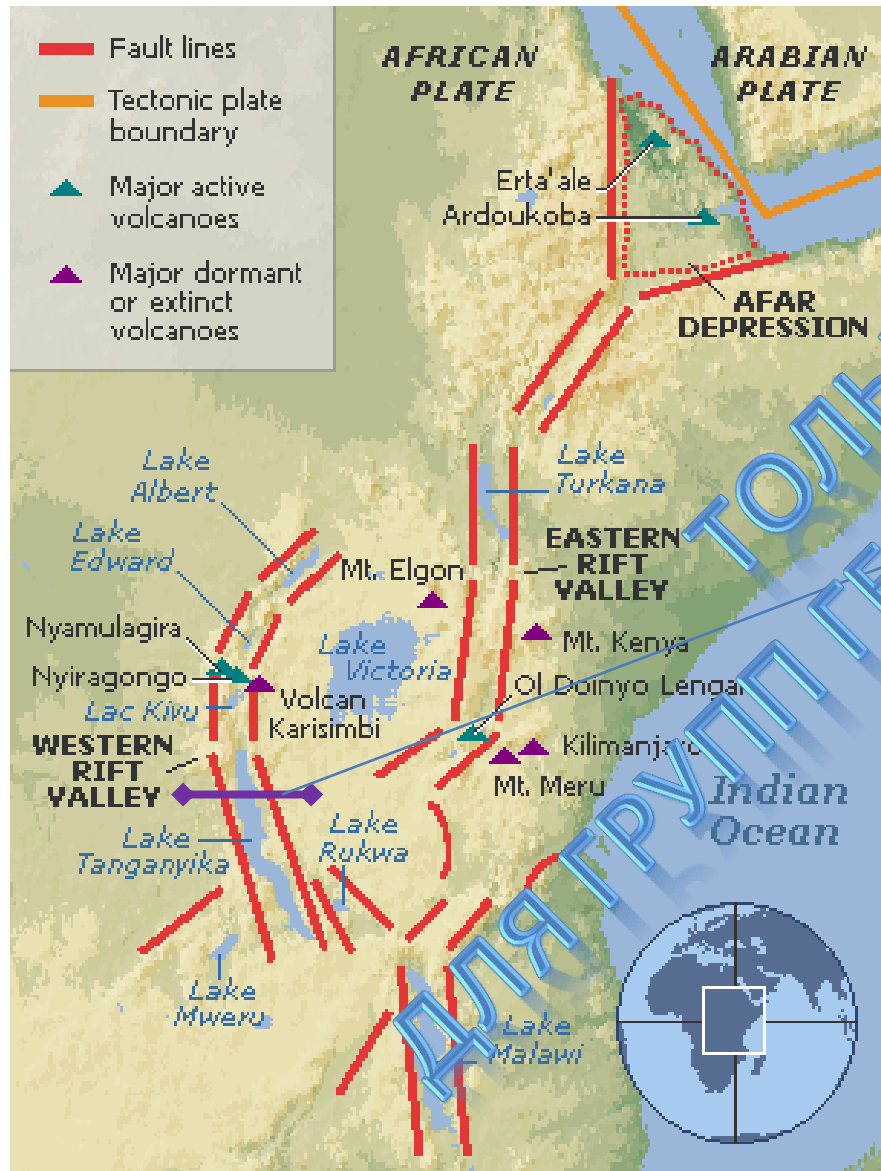
30-12 млн. лет – дорифтовая стадия магматизма



- (1) Мелилититы, нефелиниты, фонолиты, иногда карбонатиты – все породы безполевошпатовые
- (2) Базаниты, щелочные базальты, тефриты и фонолиты
- (3) Промежуточные базальты, муджиериты, бенморейты, трахиты и, иногда, щелочные риолиты.
- (4) На крупных стратовулканах – чередование или смешение трех ассоциаций.

Обогащение несовместимыми компонентами в 100 и более раз! Если это фракционирование, то должно быть большое количество кумулятов.

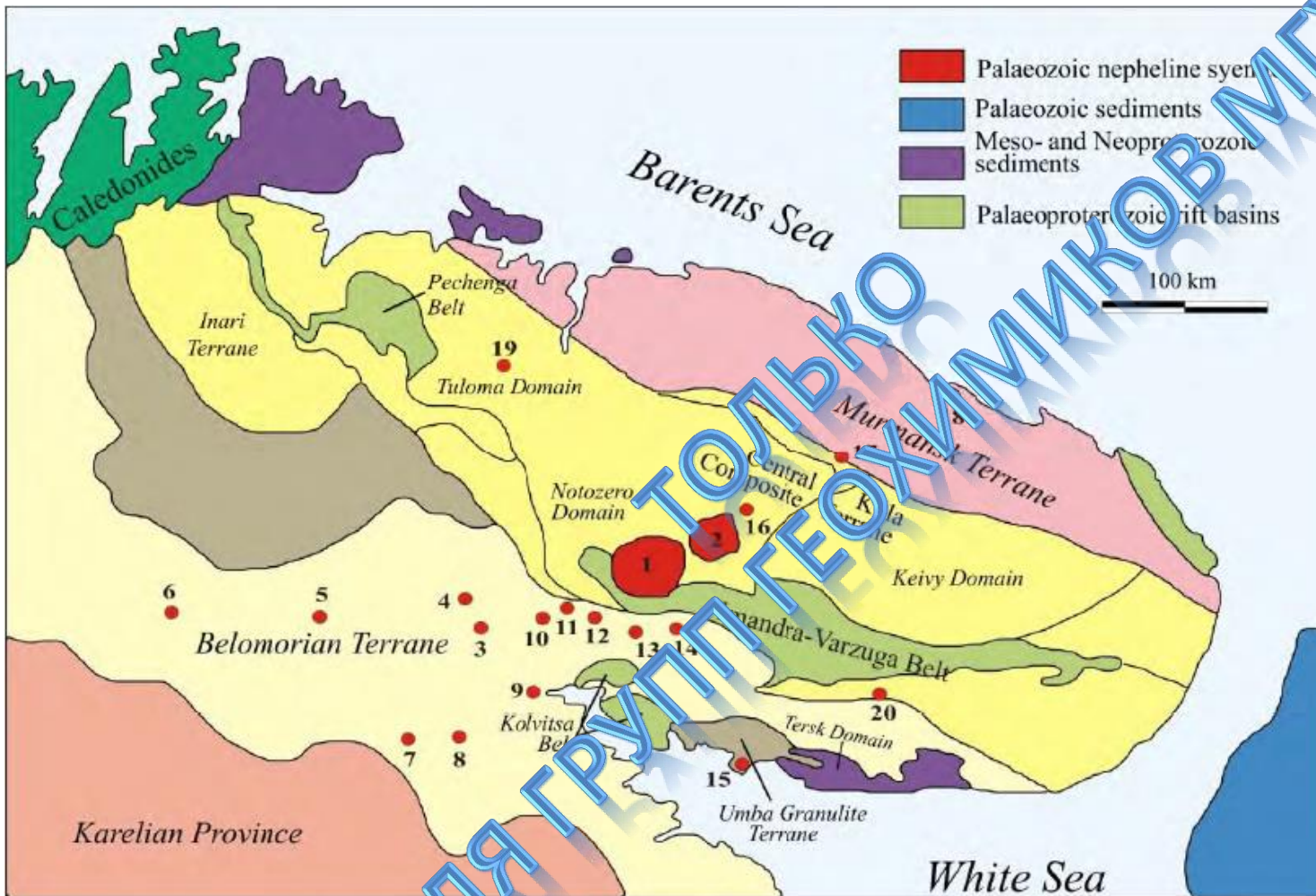
# Гипотеза фракционирования базальтовой магмы



Гравитационный профиль через Кенийский рифт. Под грабенем есть колонна разуплотненной мантии и более плотные породы (кумуляты?) в основании коры (глубины 30-35 км)



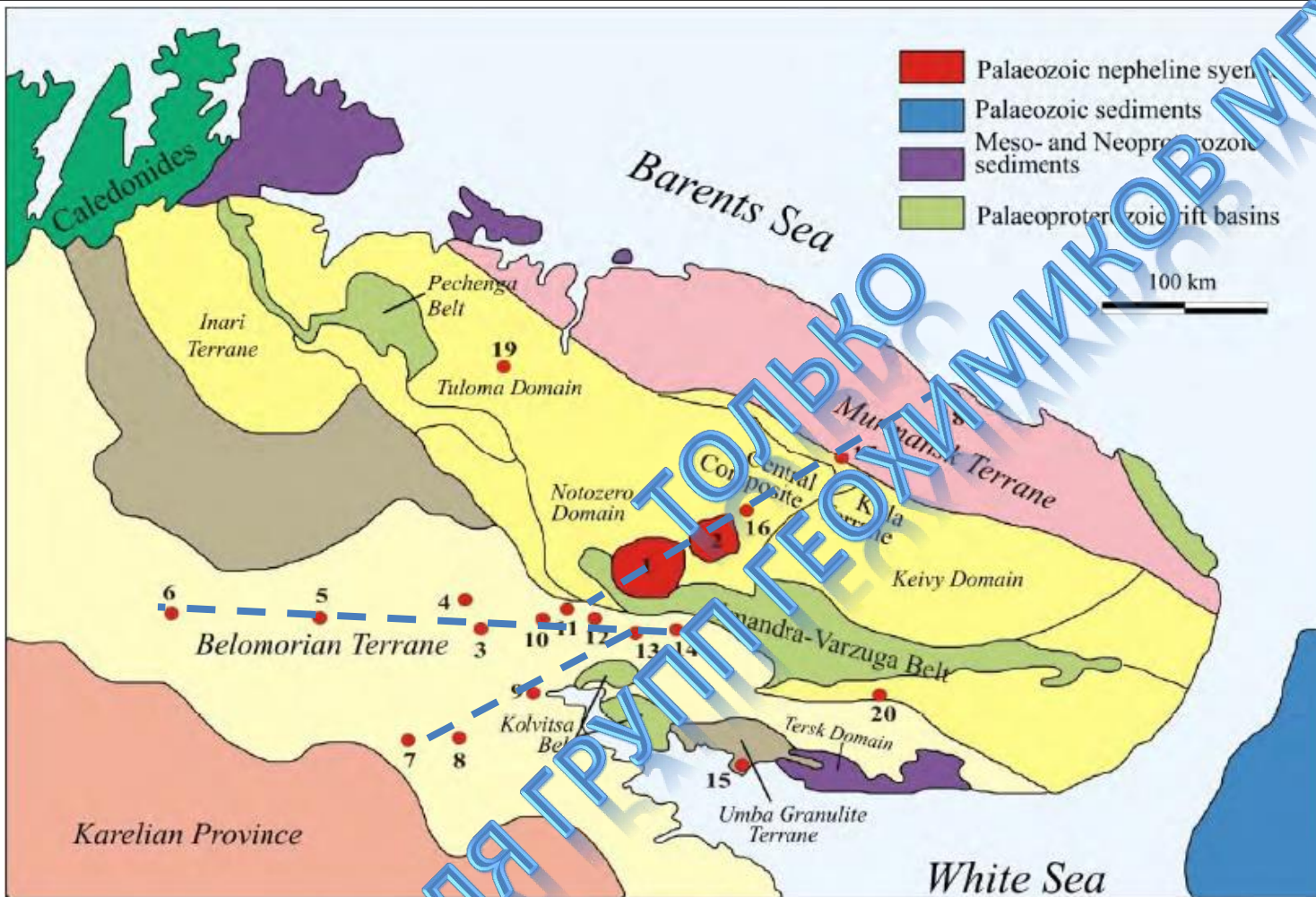
# Кольская щелочная провинция



- 1 - Хибины
- 2 - Ловозеро
- 3 - Нива
- 4 - Маврагуба
- 5 - Ковдор
- 6 - Сокли
- 7 - Салланлатва
- 8 - Вуориярви
- 9 - Кандагуба
- 10 - Африканда
- 11 - Озерная Варакка
- 12 - Лесная Варакка
- 13 - Салмагора
- 14 - Ингозеро
- 15 - Турий мыс
- 16 - Курга
- 17 - Контозеро
- 18 - Ивановка
- 19 - Себлявр
- 20 - Песочный

Палеозойская магматическая активизация Балтийского щита привела к возникновению многочисленных кольцевых массивов

# Кольская щелочная провинция

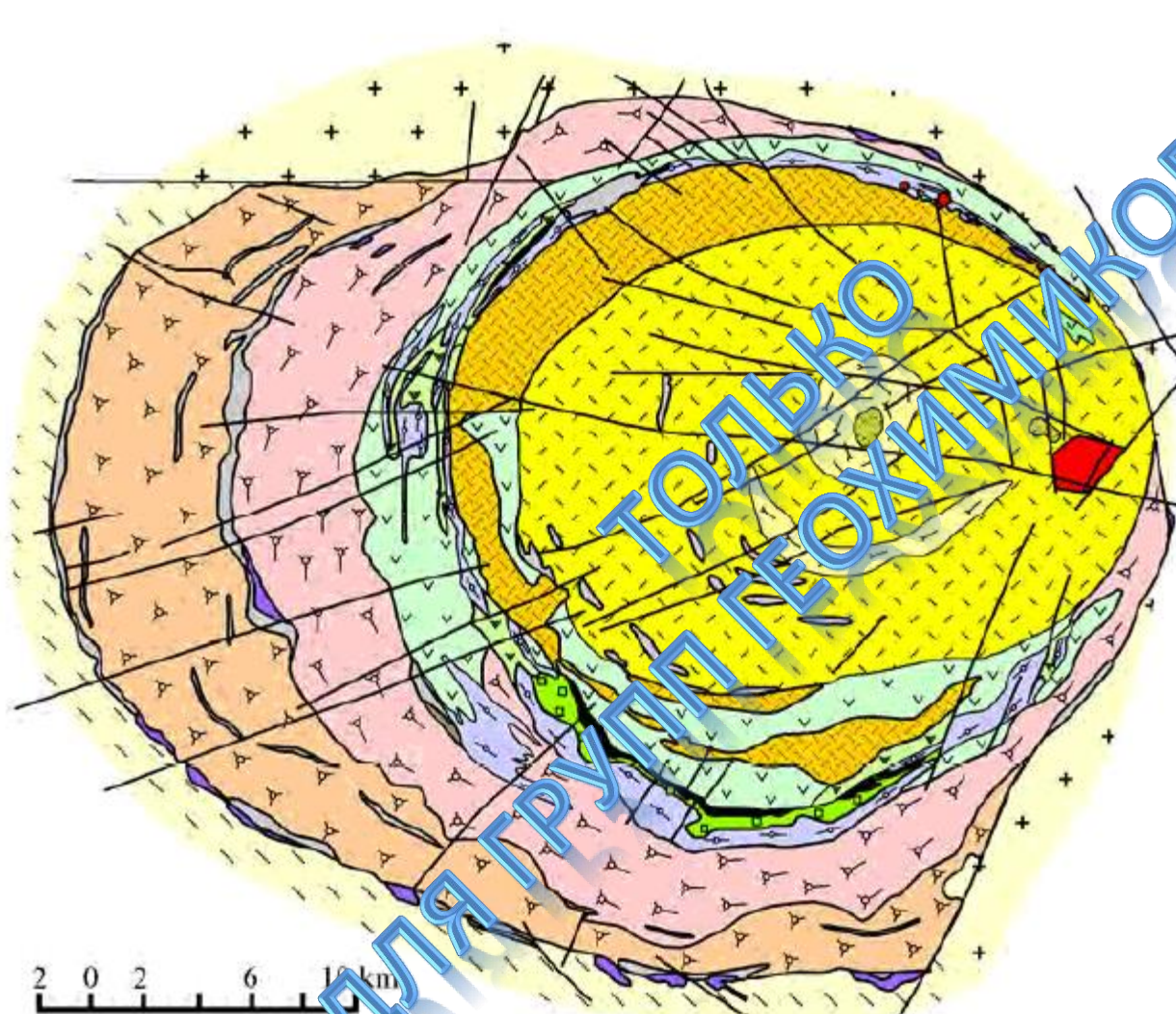


- 1 - Хибины
- 2 - Ловозеро
- 3 - Нива
- 4 - Маврагуба
- 5 - Ковдор
- 6 - Сокли
- 7 - Салланлатва
- 8 - Вуориярви
- 9 - Кандагуба
- 10 - Африканда
- 11 - Озерная Варакка
- 12 - Лесная Варакка
- 13 - Салмагора
- 14 - Ингозеро
- 15 - Турий мыс
- 16 - Курга
- 17 - Контозеро
- 18 - Ивановка
- 19 - Себлявр
- 20 - Песочный

Палеозойская магматическая активизация Балтийского щита привела к возникновению многочисленных кольцевых массивов – корни рифтовой системы



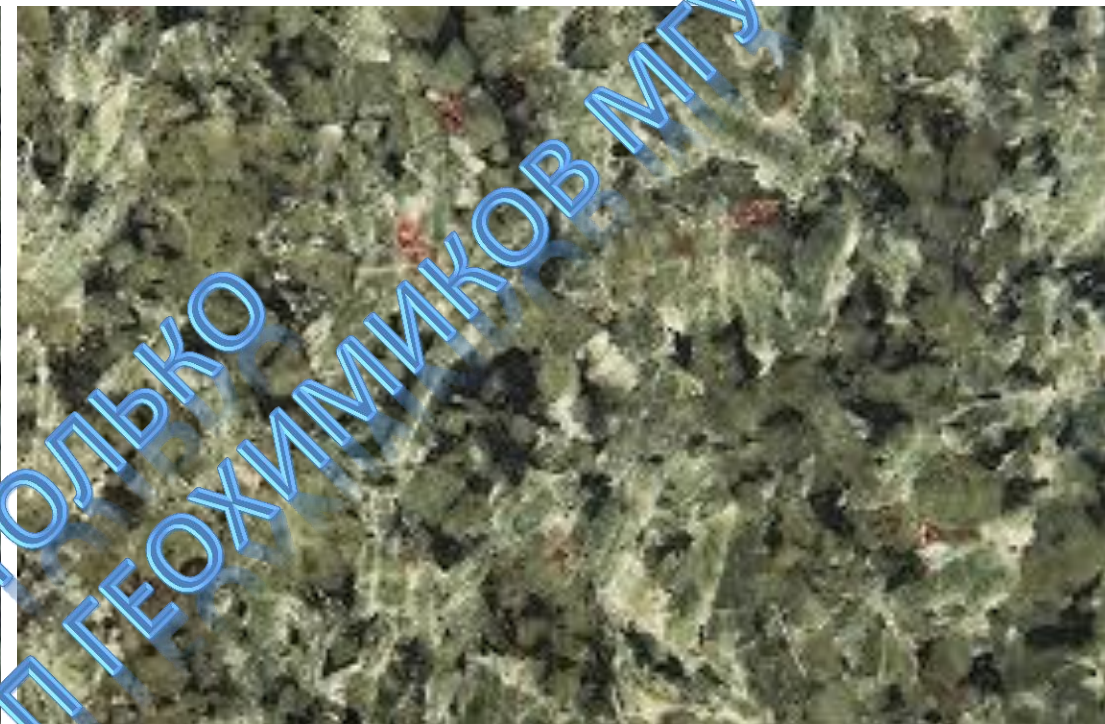
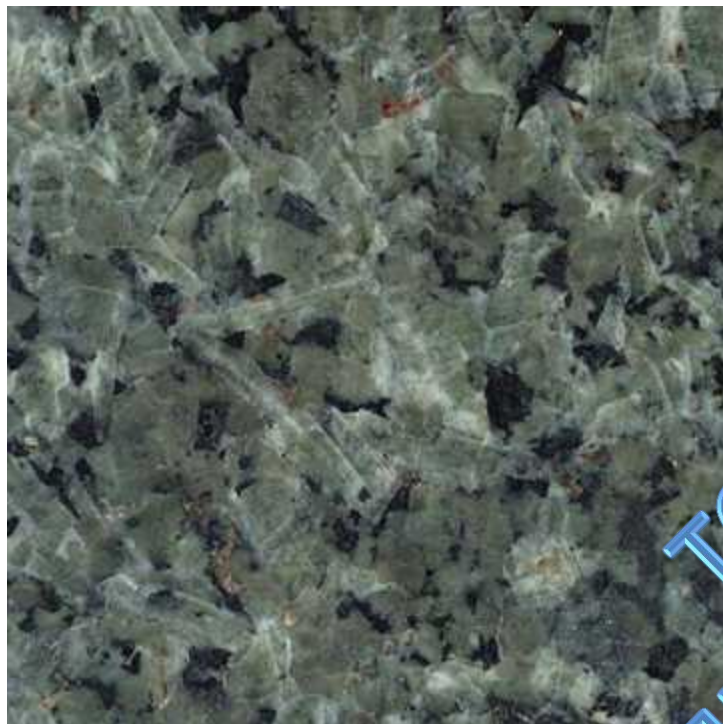
# Хибинский щелочной массив



- Сливинские меланефелиниты
  - Карбонатиты
  - Пуласкиты
  - Трахитоидные фойяиты
  - Массивные фойяиты
  - Неравнозернистые н.с.
  - Апатит-нефелиновые породы
  - Массивные уртиты
  - Массивные ювиты
  - Рисчорриты
  - Фоидолиты
  - Трахитоидные хибиниты
  - Массивные хибиниты
  - У/о щелочные породы
  - фениты
  - разломы
- Pr<sub>1</sub> Ar<sub>1</sub>  
 Архейско-протерозойский фундамент



# Хибинский щелочной массив: хибинит



**Хибинит** – грубозернистый нефелиновый сиенит

Главные минералы:

Нефелин

Щелочной полевой шпат

Могут быть породообразующими: энigmatит, арфведсонит, титанит, эгирин-авгит и т.д.



# Хибинский щелочной массив: Уртиты

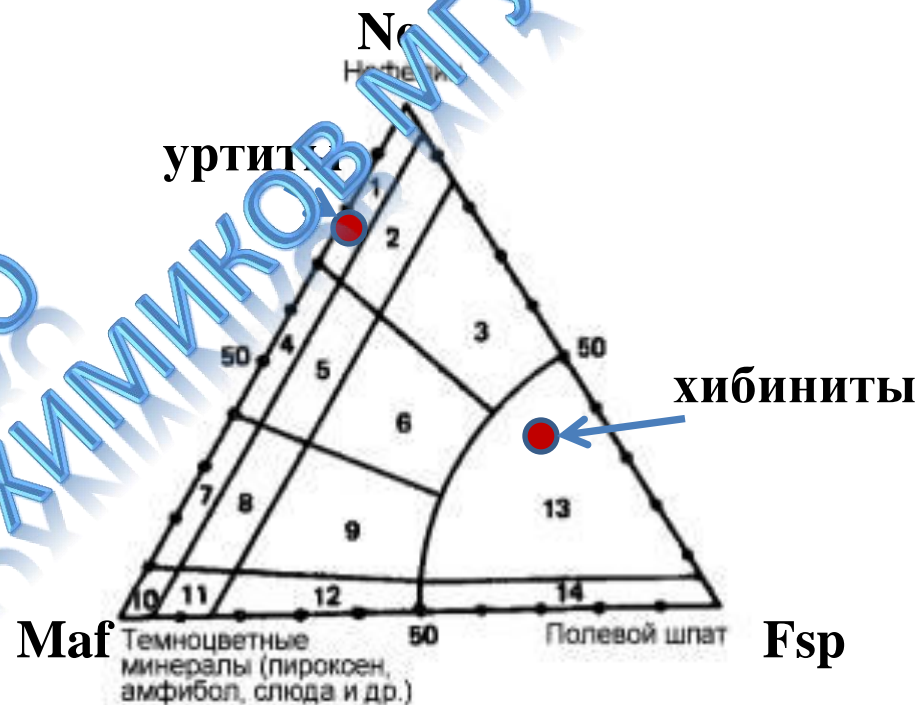
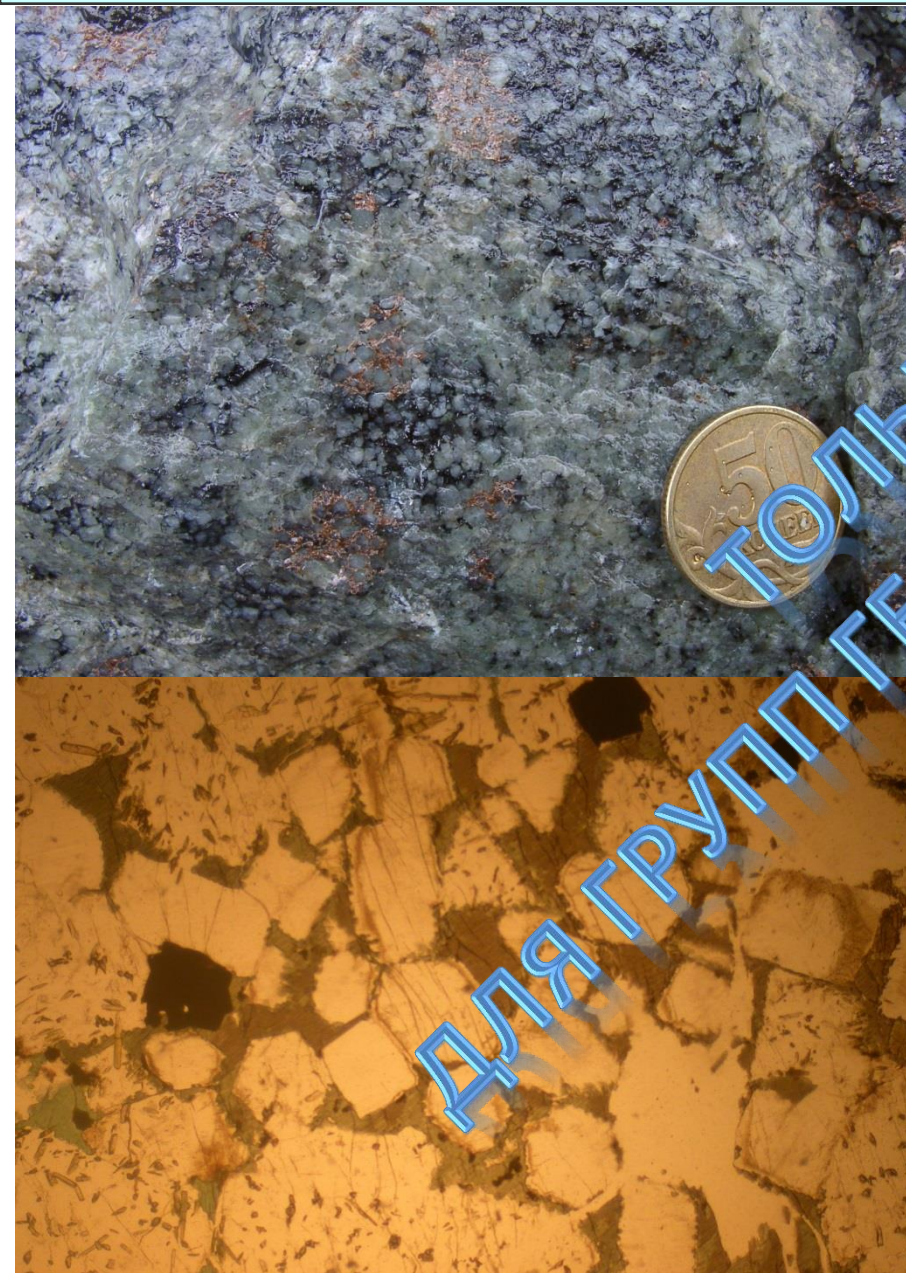
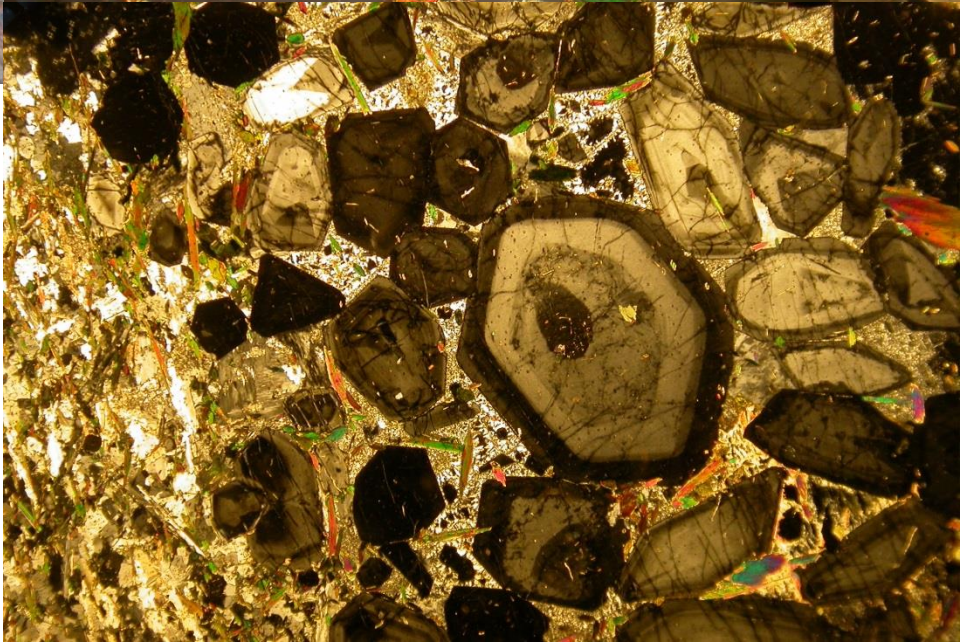
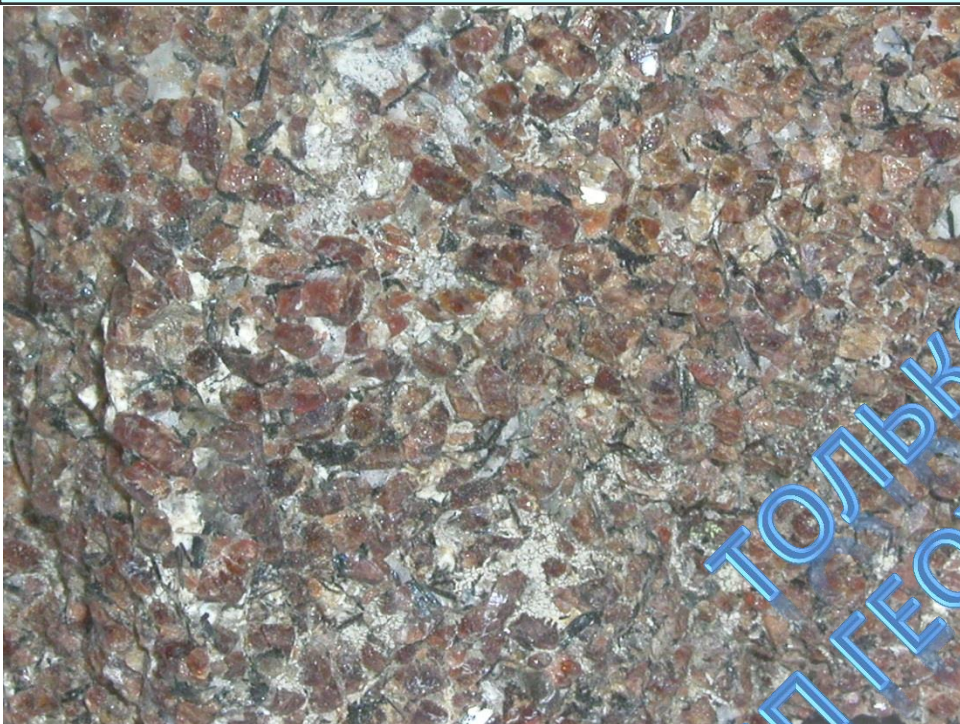


Диаграмма минерального состава щелочных пород (по Н.А.Елисееву с дополнениями Е.А.Каменева и Ф.В.Минакова). 1 - уртиты; 2 - полевошпатовые уртиты; 3 - ювиты; 4 - ийолиты; 5 - полевошпатовые ийолиты; 6 - малиньиты; 7 - мельтейгиты; 8 - полевошпатовые мельтейгиты; 9 - меланократовые малиньиты; 10 - якупирангиты; 11 - полевошпатовые якупирангиты; 12 - щелочные габброиды; 13 - нефелиновые сиениты; 14 - щелочные сиениты.



# Ловозерский щелочной массив (эвдиалититы)



Ортокумуляты, более 50%  
которых сложено эвдиалитом.  
Готовая руда на Zr (до 20%  $ZrO_2$ )

ТОЛЬКО  
ГЕОХИМИКОВ МГУ  
ДЛЯ ГРУПП



# Хибинский массив: сфениты и неапиты



Сфениты – ортокумуляты, в которых более 50% титанита.



Неапиты – адкумуляты, в которых более 50% апатита.

ТОЛЬКО  
ДЛЯ ГРУПП ГЕОХИМИКОВ МГУ

**Таблица анализов стекол расплавных включений в апатите неапитов Хибинского массива после термометрического эксперимента  
[Плечов, Синогейкин, 1996].**

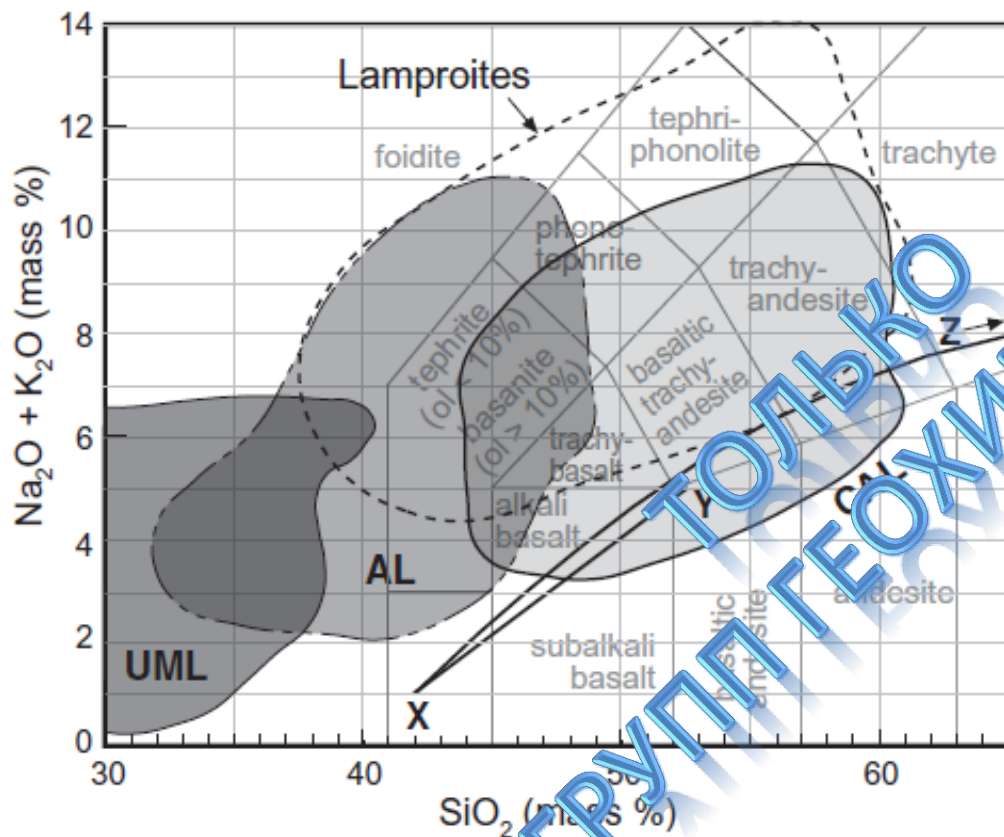
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	BaO	SrO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
A1-1	47.88	2.17	12.82	5.68	0.35	0.00	4.36	12.87	3.15	1.49	1.38	2.69
A1-2	47.51	2.36	12.78	5.81	0.38	0.00	4.22	12.95	8.17	1.51	1.36	2.31
A2-1	52.91	1.76	13.41	4.54	0.22	0.00	3.21	11.63	9.39	0.63	0.50	1.25
A2-2	53.24	1.84	13.45	4.75	0.38	0.00	3.45	10.59	9.42	0.85	0.44	1.35
A3-3	49.90	1.54	6.60	9.38	1.27	0.00	3.82	15.67	7.21	0.00	0.82	2.55
A3-4	52.75	1.65	7.22	10.04	1.47	0.00	3.07	11.41	8.26	0.62	0.62	1.95
A4-2	49.96	1.76	7.98	7.32	1.05	0.00	6.32	13.45	7.33	0.60	0.90	2.33
A4-8	49.95	1.64	7.88	6.90	0.75	0.00	5.46	15.34	7.05	0.00	0.79	3.13
A4-9	49.08	1.50	8.23	6.83	0.51	0.00	5.61	15.26	7.57	0.56	0.56	3.53
<b>Aver.</b>	<b>50.35</b>	<b>1.8</b>	<b>10.04</b>	<b>6.81</b>	<b>0.68</b>	<b>0.00</b>	<b>4.39</b>	<b>13.24</b>	<b>8.06</b>	<b>0.70</b>	<b>0.82</b>	<b>2.34</b>

**A1** Апатитовая брекчия,  
**A2** Апатитовая брекчия,  
**A3** Линзовидно-полосчатая руда,  
**A4** Линзовидно-полосчатая руда

Апатитовые руды кристаллизовались из силикатных щелочных расплавов. Они кумулятивного происхождения, а не ликвационного!!



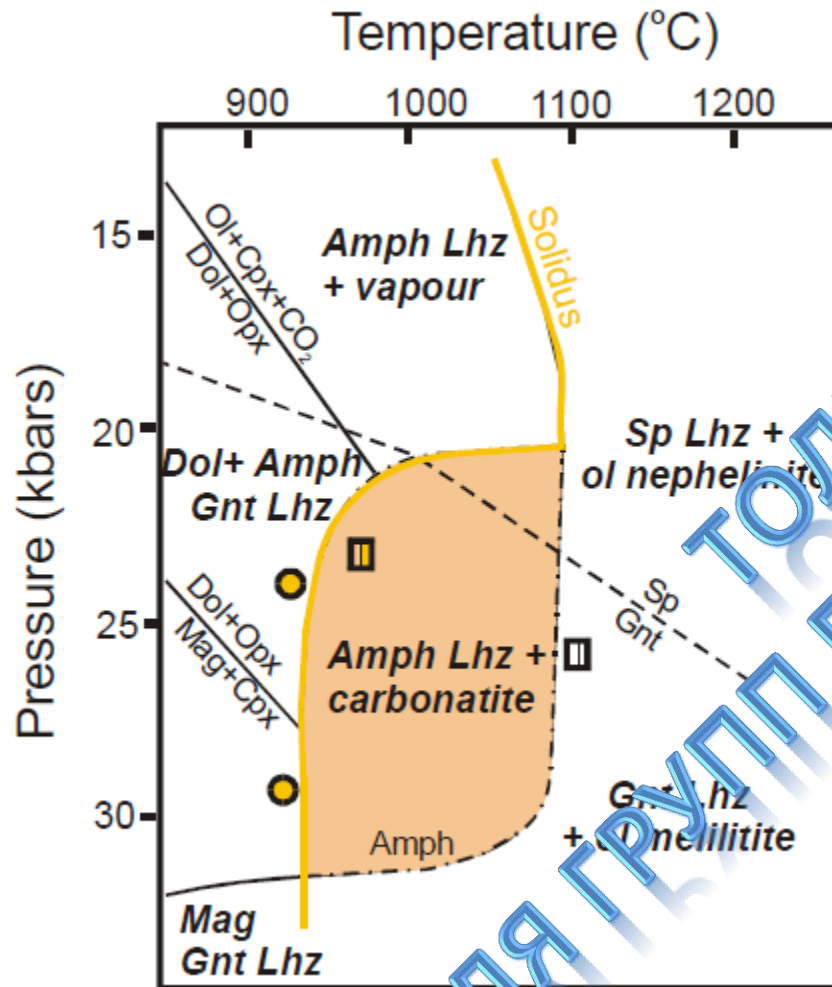
# Лампрофиры и лампроиты



UML – ультращелочные лампрофиры  
AL – щелочные лампрофиры  
CAL – известково-щелочные лампрофиры

Лампрофиры часто содержат мантийные ксенолиты, лампроиты – алмазы. Т.е. они быстро поднимались с мантийного уровня и не претерпели существенного фракционирования.

# Гипотеза плавления метасоматизированной мантии



Мантия + 0.3% H<sub>2</sub>O + 0.5-2.5 CO<sub>2</sub>

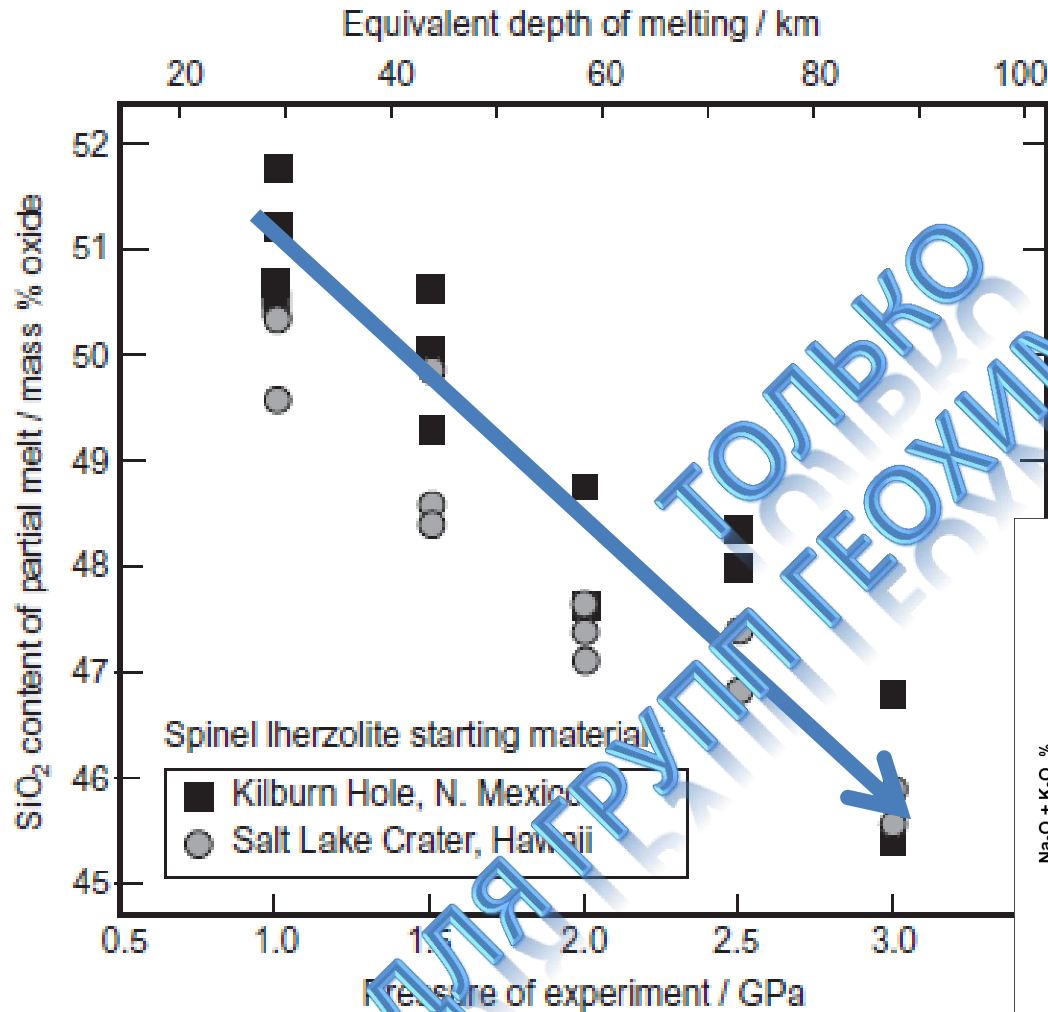
Метасоматизированная мантия может плавиться при гораздо меньших температурах с образованием щелочных магм.

**Амфибол – контейнер Na**

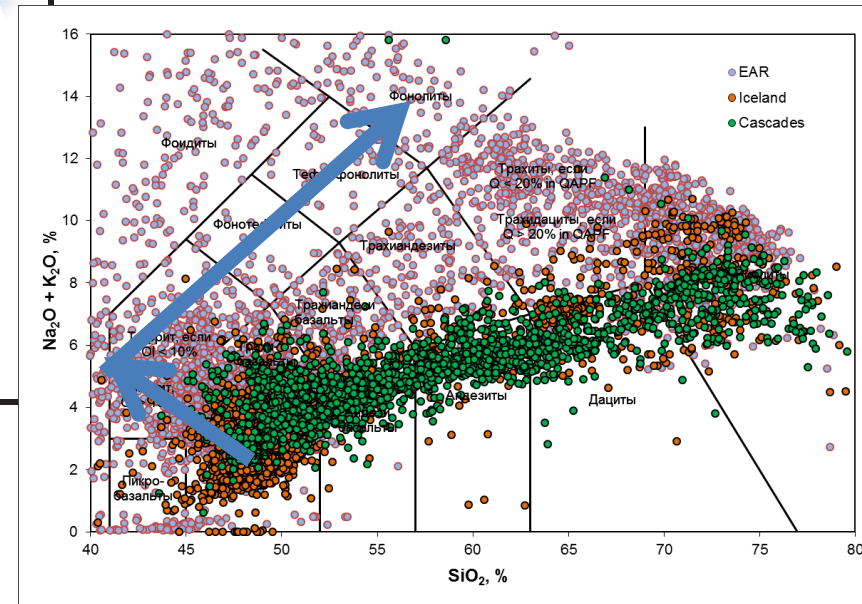
	D	SPINEL PERIDOTITE	METASOMATIC XENOLITH
Rb	0.015	1.9	47
Ba	0.010	33	1442
Nb	0.020	4.8	60
K	0.010	8300	16,683
La	0.010	2.6	
Ce	0.010	6.3	80
Sr	0.020	49	747
Ti	0.080	540	15,480



# Зависимость состава расплава от глубины плавления

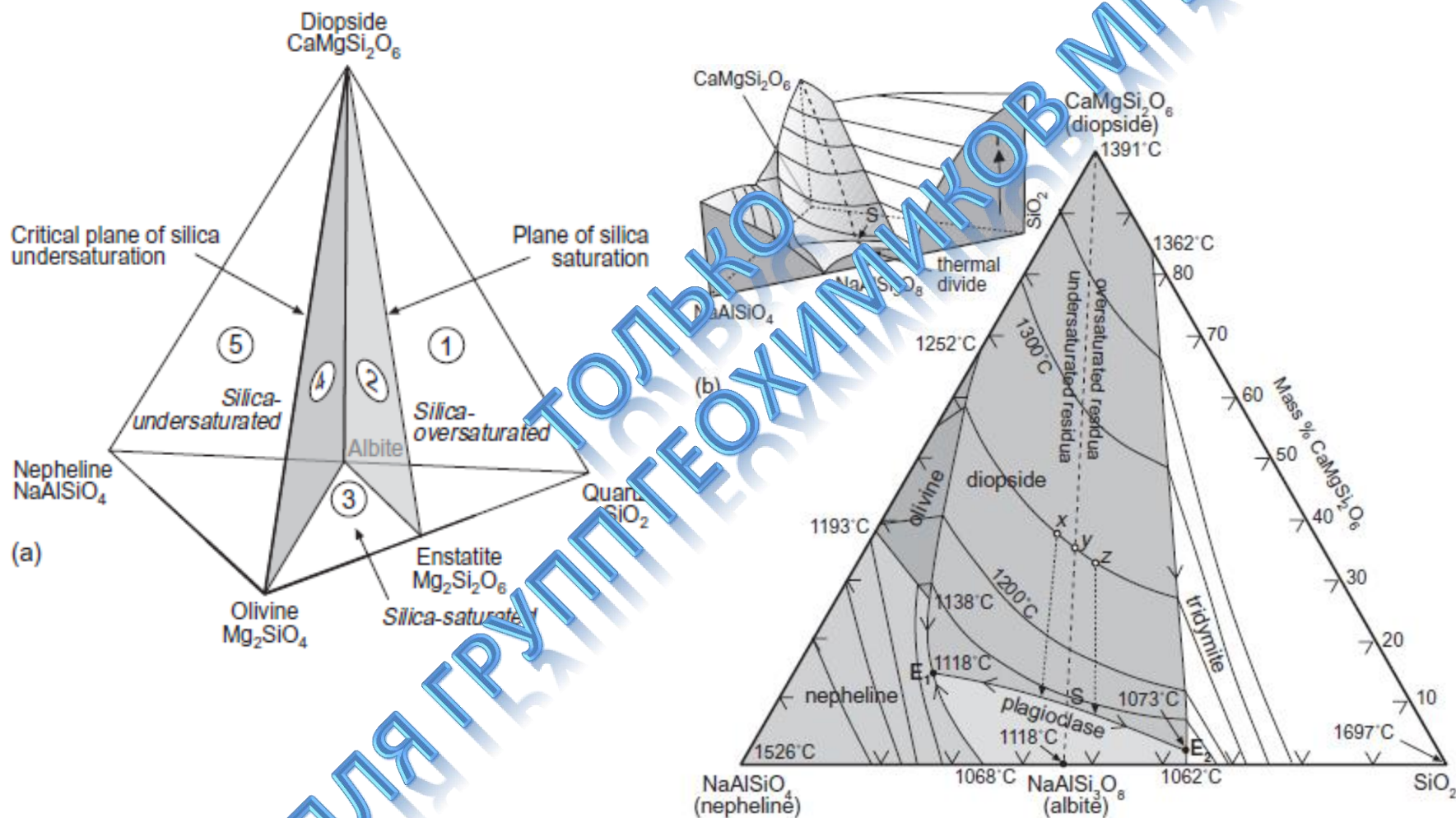


При возрастании давления формируются магмы с меньшим содержанием кремнезема



ДЛЯ ГРУППЫ ГЕОХИМИКОВ ВМГУ ТОЛЬКО

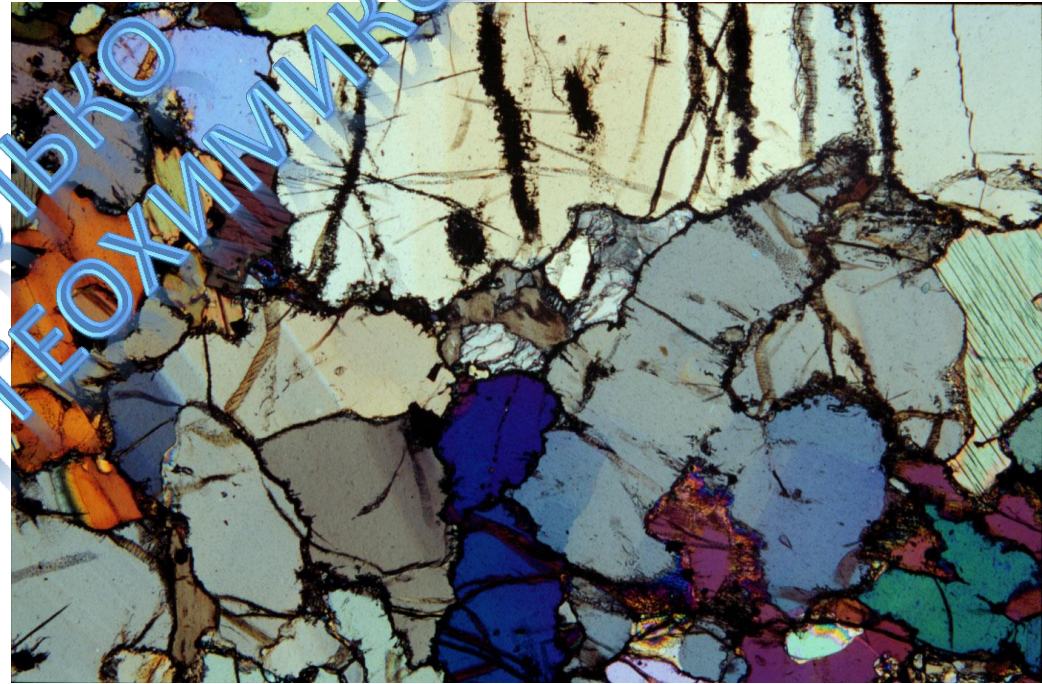
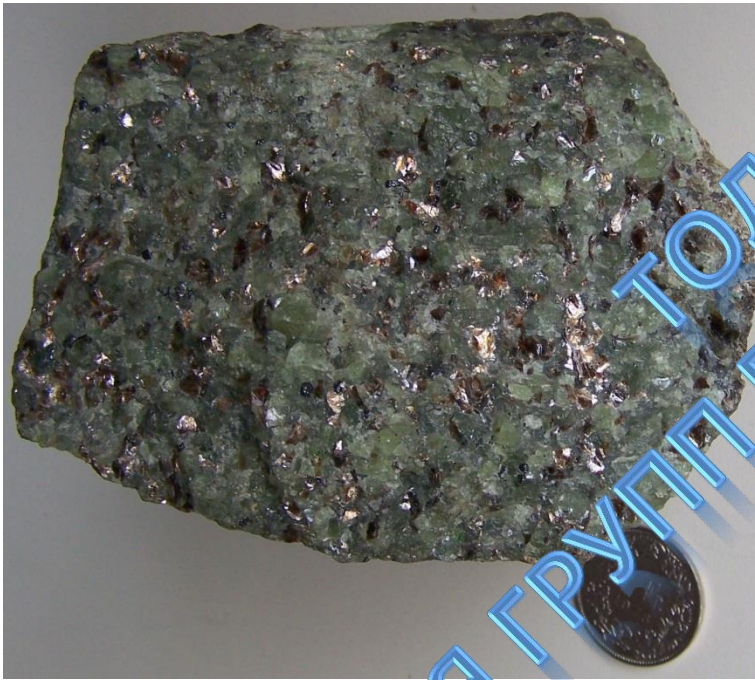
# Фракционирование магм недосыщенных $\text{SiO}_2$



Недосыщенные кремнеземом магмы при низком давлении могут фракционировать только в область щелочных пород. Эвтектика соответствует фанолитам.

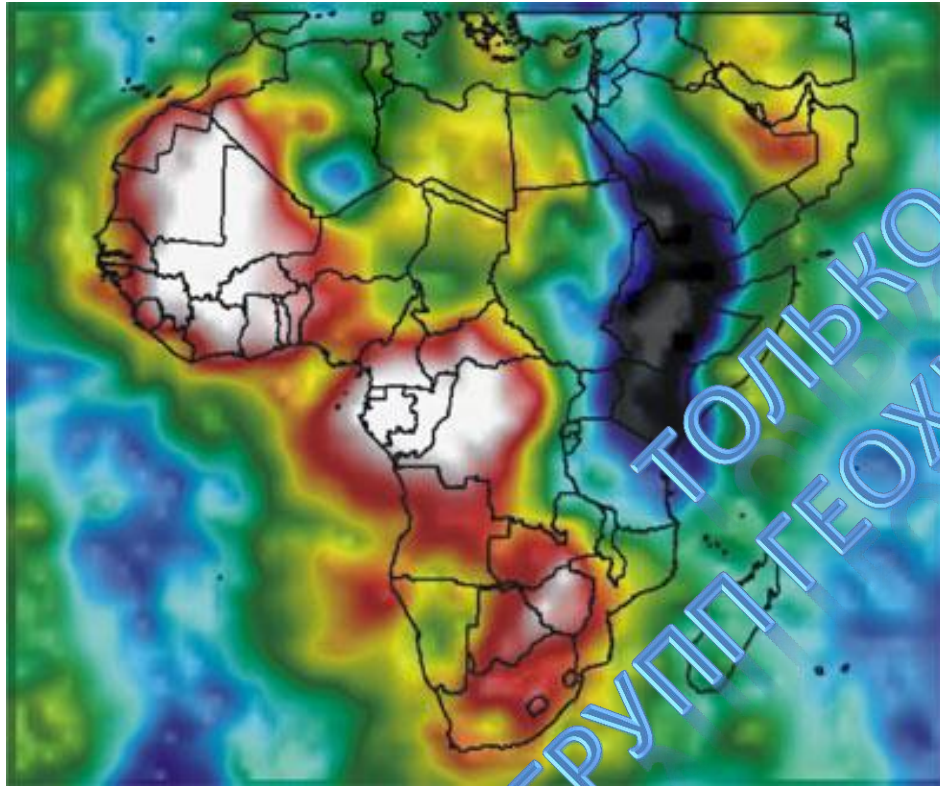


# Роль флогопита в метасоматизированной мантии



Флогопит – контейнер калия

# Роль флогопита в метасоматизированной мантии



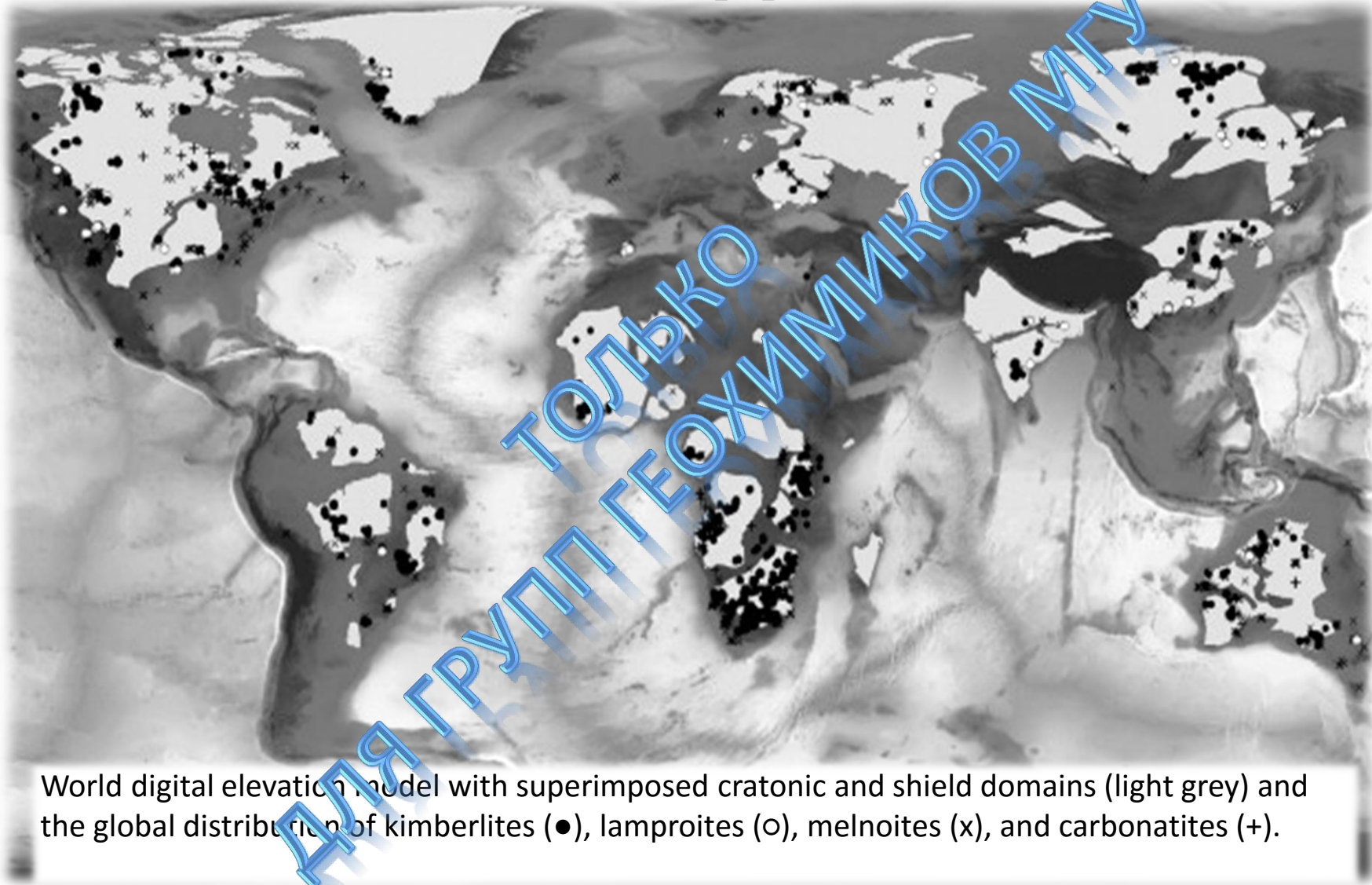
Сейсмотомография мантии под Африкой на глубине 100-175 км

Щелочной вулканизм



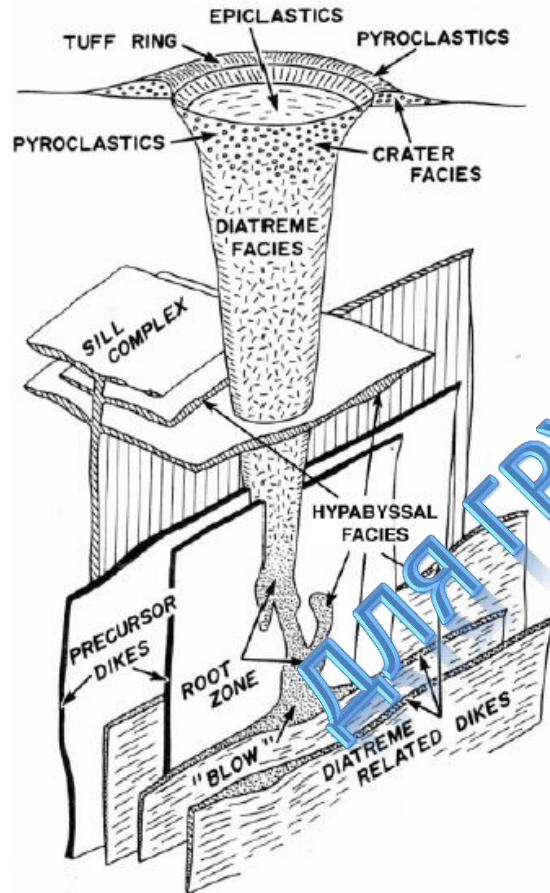


# Кимберлиты и лампроиты приурочены к зонам активизации платформ



# Кимберлиты

Алмазоносные кимберлиты формировались только в фанерозое, большинство кимберлитов мезозойского и палеозойского возраста. Им нужна литосфера 150-200 км мощностью, которая существует только под древними кратонами.



Алмазоносные кимберлиты связаны пространственно с формациями континентальных рифтов, но имеют более широкое пространственное распространение и большие вариации в возрасте.