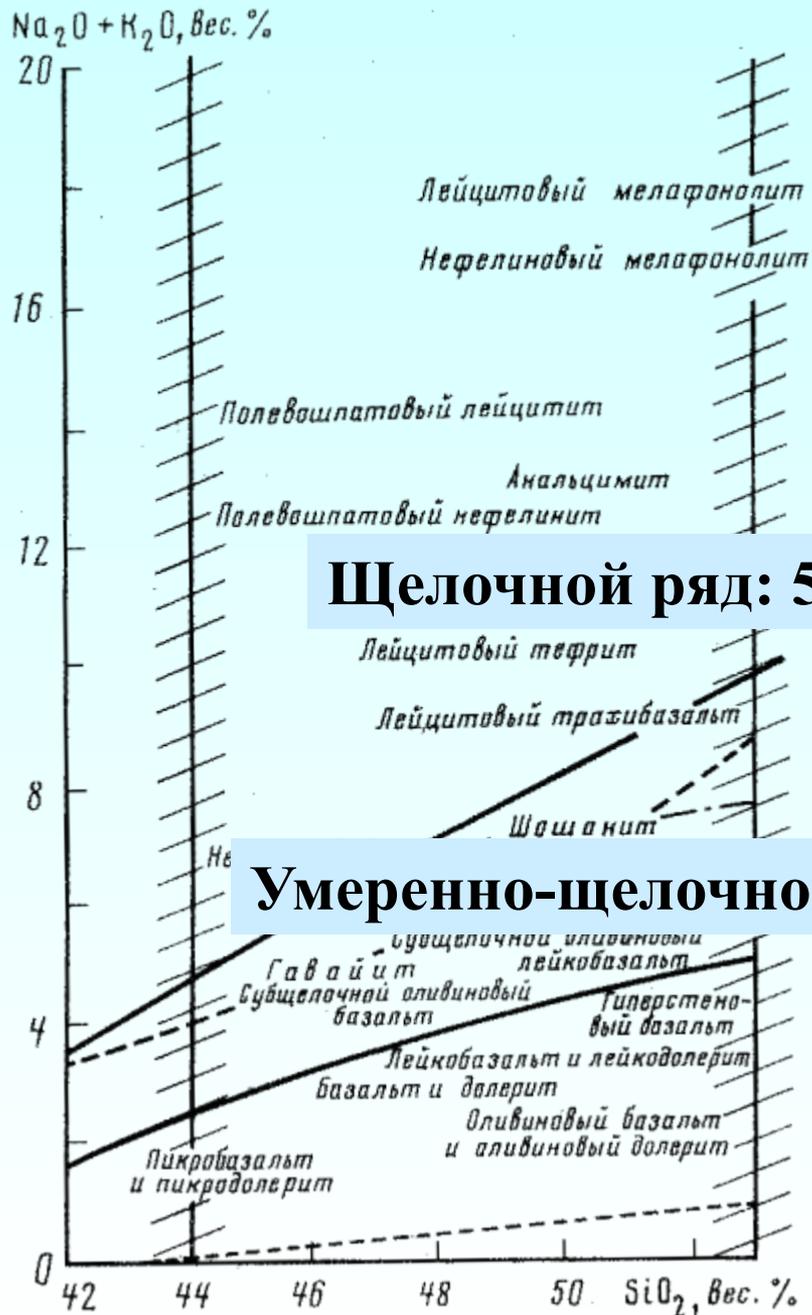
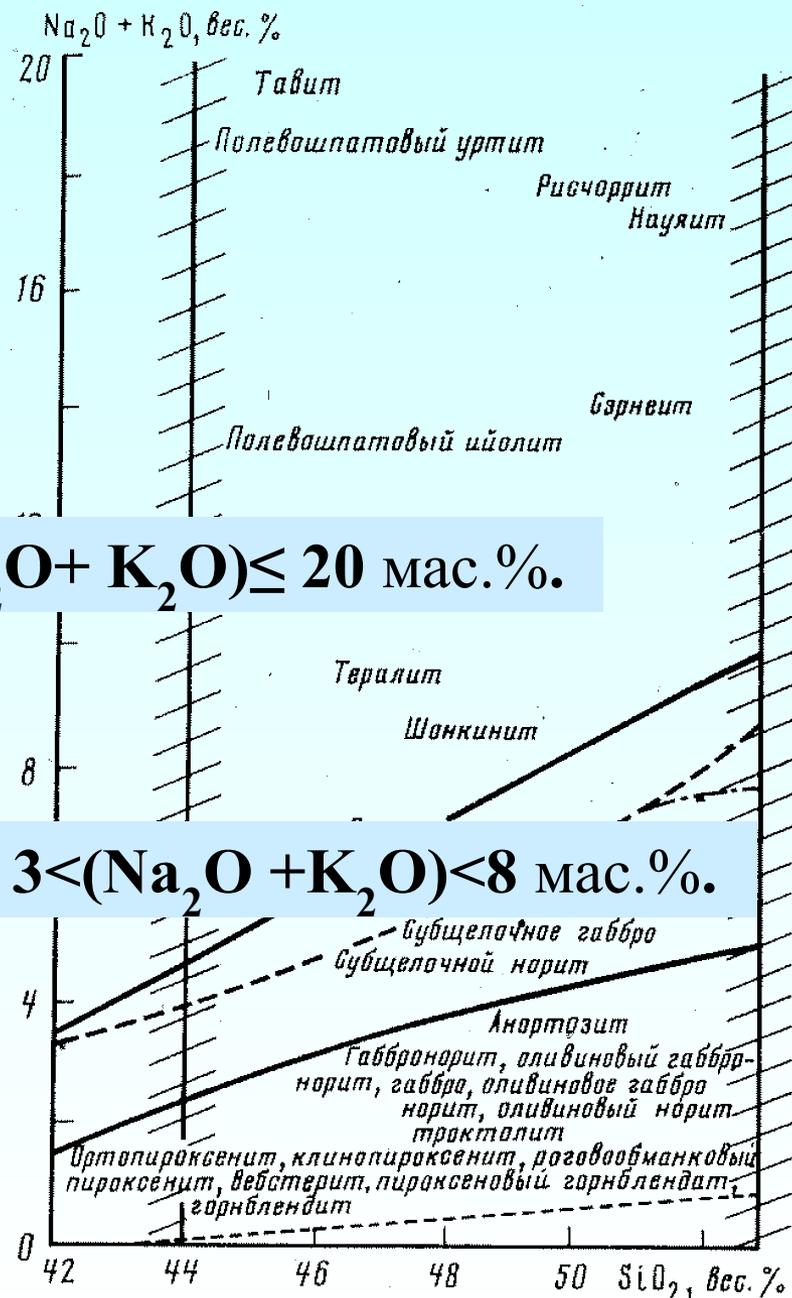


# Основные вулканические породы



# Основные плутонические породы



**Щелочной ряд:  $5 \leq (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 20$  мас. %.**

**Умеренно-щелочной ряд:  $3 < (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) < 8$  мас. %.**

Основные вулканические породы, петрохимический ряд умеренно-щелочной  
 $45 < \text{SiO}_2 < 53$ ;  $3 < (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) < 8$

Семейство горных пород	Субщелочной оливиновый базальт				
Виды горных пород	Мелатрахибазальт	Трахибазальт	Гавайит	Муджиерит	Абсарокит
Модальный минеральный состав, об. %	Вкрапл.: Срх, $\text{Срх} < 40$ , $\text{Ol} 25$ , $\pm \text{Pl}$ Осн масса: Срх, $\text{Ol}$ , $\text{Pl}$ , $\text{Mt}$ , $\text{Vt}$ , $\text{Hbl}$ , стекло	Вкрапл.: Срх, $\text{Ol}$ , $\pm \text{Pl}$ , $\text{Hbl}$ Осн. масса: Срх, $\text{Pl}$ , $\text{Ol}$ , $\text{Mt}$ , $\text{Vt}$ , $\text{Hbl}$ , $\text{Anс}$ , $\text{Fsp}$	Вкрапл.: $\text{Pl}$ (андезин), $\text{Ol}$ , Срх Осн. масса: $\text{Pl}$ , Срх, $\pm \text{Anс}$ , $\text{Fsp}$ , $\text{Q}$ , стекло	Вкрапл.: $\text{Pl}$ (олигоклаз), Срх, $\pm \text{Ol}$ Осн. масса: $\text{Pl}$ , Срх, $\pm \text{Anс}$ , $\text{Fsp}$ , $\text{Q}$ , стекло	Вкрапл.: Срх, $\text{Ol} \pm \text{Vt}$ Осн. масса: Срх, $\text{Pl}$ , $\text{Fsp}$ , $\pm \text{Ol}$ , $\text{Vt}$ , $\text{Lc}$ , стекло
разновидности при $\text{Ol} > 25\%$	Океанит	Калишпат появляется в основной массе			Калиевый
при $\text{Срх} > 50\%$	Анкарамит				
по присутствию второстепенных минералов	Амфиболовый, анальцимовый	Керсутитовый, анальцимовый	Кварцевые -, анальцимовые, оливиновые		Лейцитовые, биотитовые, амфиболовые
Характерные особенности семейства и видов	Срх – высокотитанистый авгит, $\text{Hbl}$ – керсутит			Сочетание относительно кислого плагиоклаза с большим количеством темноцветных минералов.	Во вкрапленниках только цветные минералы ( $> 40\%$ ), Срх - высококальциевый авгит, диоксид-авгит с низким ( $< 1\%$ ) содержанием $\text{TiO}_2$
	Высокий цветовой индекс ( $> 60\%$ ); преимущественно пироксен-оливино-фирировая структура	Присутствие $\text{Fsp}$ в ассоциации с $\text{Pl}$ ( $\text{An}_{30-75}$ )			

Плагиокла: Плагиоклаз во вкрапленниках – олигоклаз

	Петрографический словарь, 1981	Петрографический словарь, 1963	Маракушев, 1981	Классификация..., 1998	МГП, 1985	Розенбуш, 1934
Гавайит	Андезин(36), оливин(32), TiAug(27), Mt(5), син. Андезиновый базальт	Порода базальтового строения, противопоставляемая андезитам, в ней ПШ представлен андезином, мин. состав: Pl 36, Ol 32, Ti-Aug 27.		Na разновидность трахибазальта, первоначально определен как разновидность оливинсодержащего базальта нормативным Pl <sub>10-50</sub>	Андезиновый базальт, вкр: An <sub>40-52</sub> , Fo <sub>60-65</sub> , TiAug, Mt, иногда микровкрапленники Anc, OM: Aeg-Aug, Fsp, Anc, TiMt, Bt, Ap, стекло только в верхних частях потоков	
Муджиерит	син. Субщелочной олигоклазовый базальт	Гипабиссальный эквивалент эссекита, мин. состав: олигоклаз 57, ортоклаз 13, оливин 26, немного авгита		Na разновидность трахиандезибазальта, содержащего небольшие вкр. Ol, Aug, Mt, OM: олигоклаз, Aug, Mt и ингерстициальный Fsp	Олигоклазовый базальт, вкр: Fo <sub>44-56</sub> , Aug, Pl внешние зоны Ca анортоклаз, Am, OM: Fo <sub>44-56</sub> , Pl <sub>15-30</sub> , Srx, много рудного до 25% OM	Пилотакситовая St, лейсточки олигоклаза и ортоклаза, обильные выделения Mt, не много Ol, Aug
Трахибазальт	Ti-Aug, Pl <sub>50-90</sub> , санидин, Am, Ol	Эффузивные аналоги эссекитов, мин. состав: авгит (обычно типнистый), основного плагиоклаза, санидина, иногда незначительного кол-ва F, а также Aeg, Am, Ol, Tit.	субщелочной оливиновый базальт			
Мелатрахибазальт			вкр: Ol <sub>88-90</sub> , OM: Ol <sub>60</sub> , Kfsp нет пикронита и продуктов его распада, плагиоклаз от битовнита до олигоклаза			
Анкарамит	син. Пикробазальт	Близка к ПШ пикритам, мин. состав: TiAug 49, Ol 17, Pl 18, Carb 9, Ap 7, по Трёгеру это оливиновый базальт		Пироксен-оливинофировый базанит	Субщелочной пикробазальт, вкр: Fo <sub>77-80</sub> , Aug, редко зональный Pl <sub>67-80</sub> , OM: Pl <sub>67-61</sub> во внешних каймах до андезина, Srx, TiMt и немного Fsp	

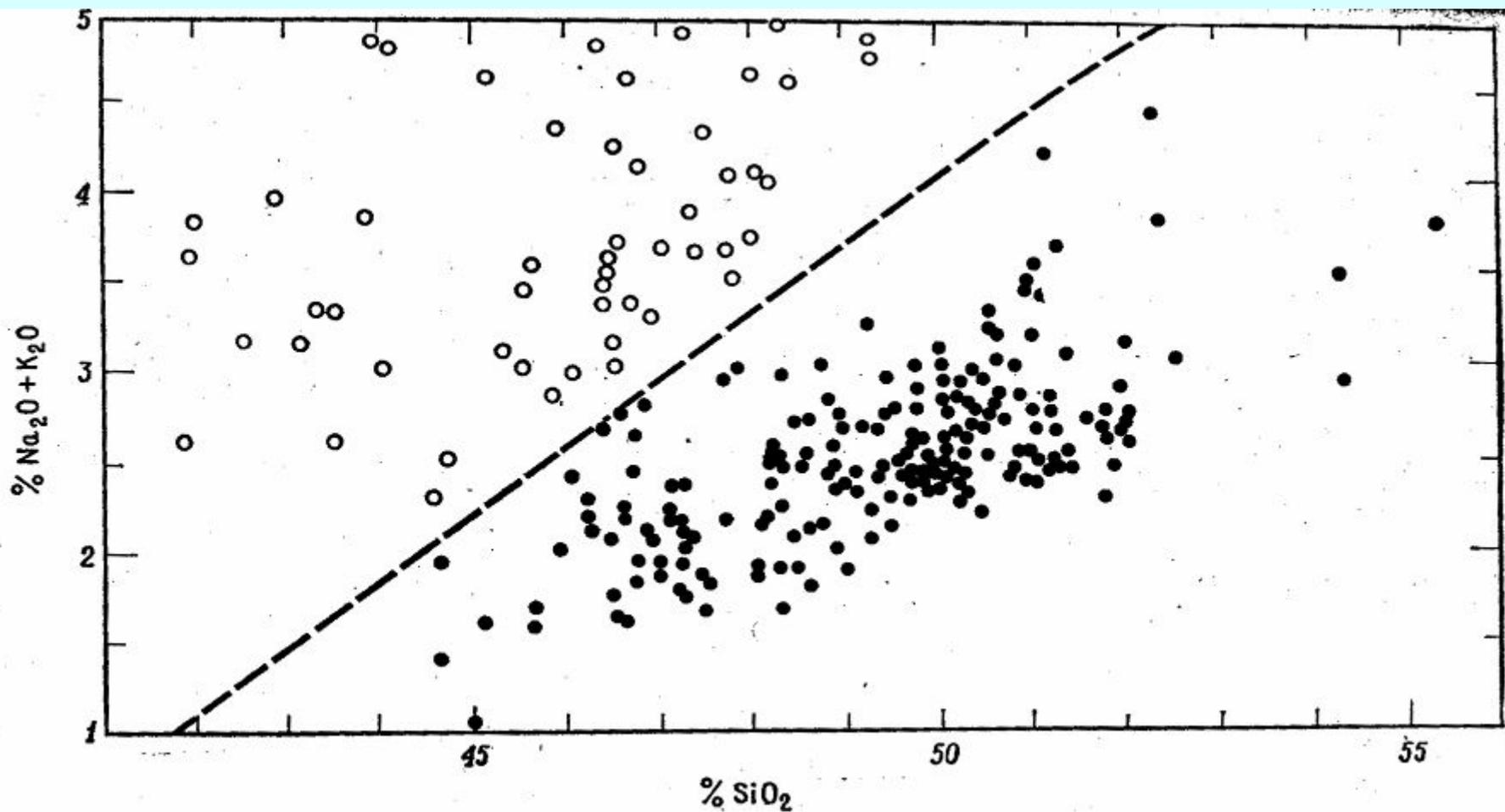
Абсарокит – цепь гор Абсарока, Йеллоустонский национальный парк, США

Анкарамит – Анкарами, Ампасиндава, Мадагаскар.

Муджиерит – Муджиери, о-в Скай, Шотландия

Океанит – Питон де ла Фурнес, о-в Реюньон, Индийский океан

Диаграмма расчленения базальтов Гавайских вулканов  
Черные кружки – толеитовые базальты; светлые  
умеренно-щелочные

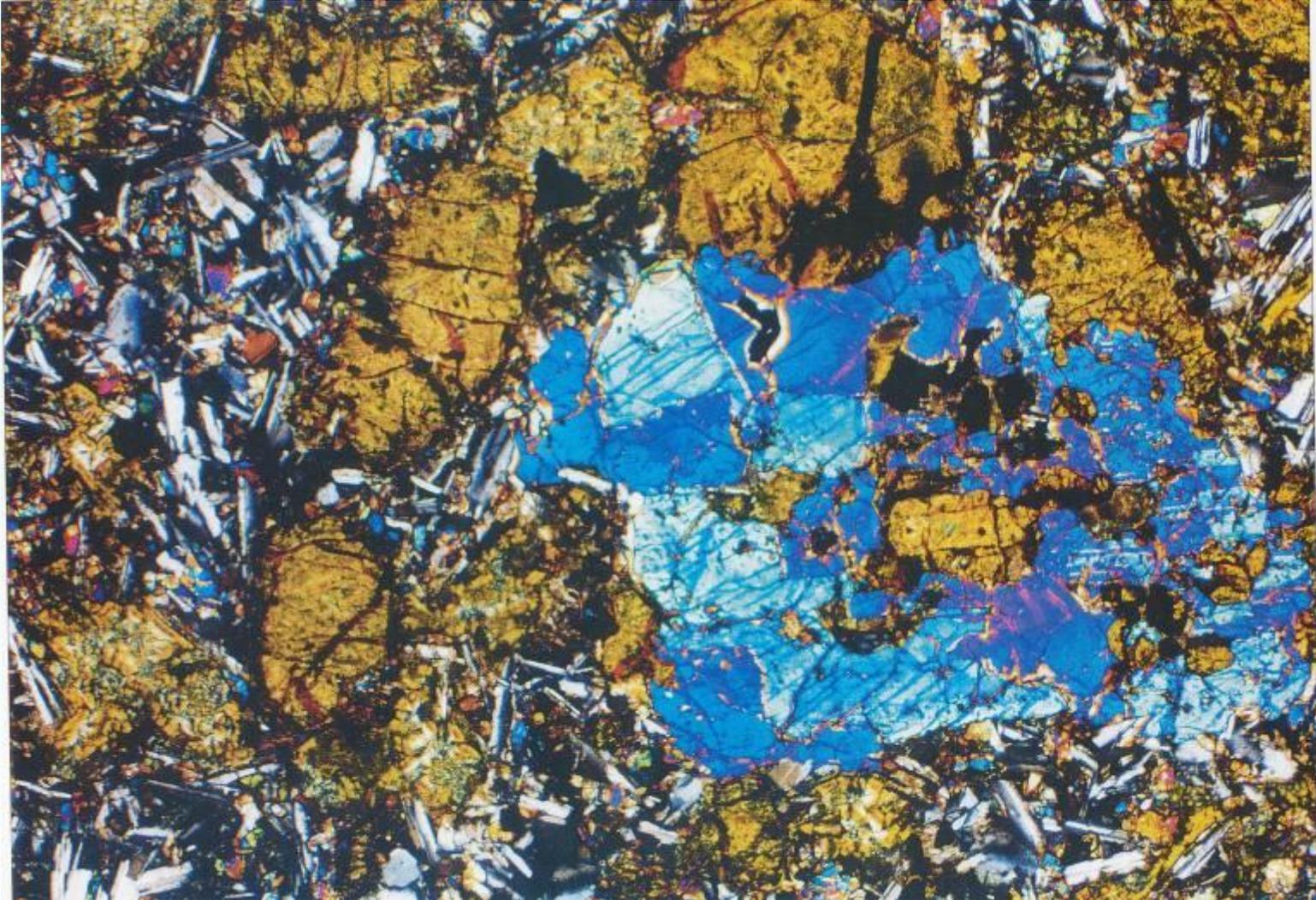


# Трахибазальт ивакинской свиты Норильский район



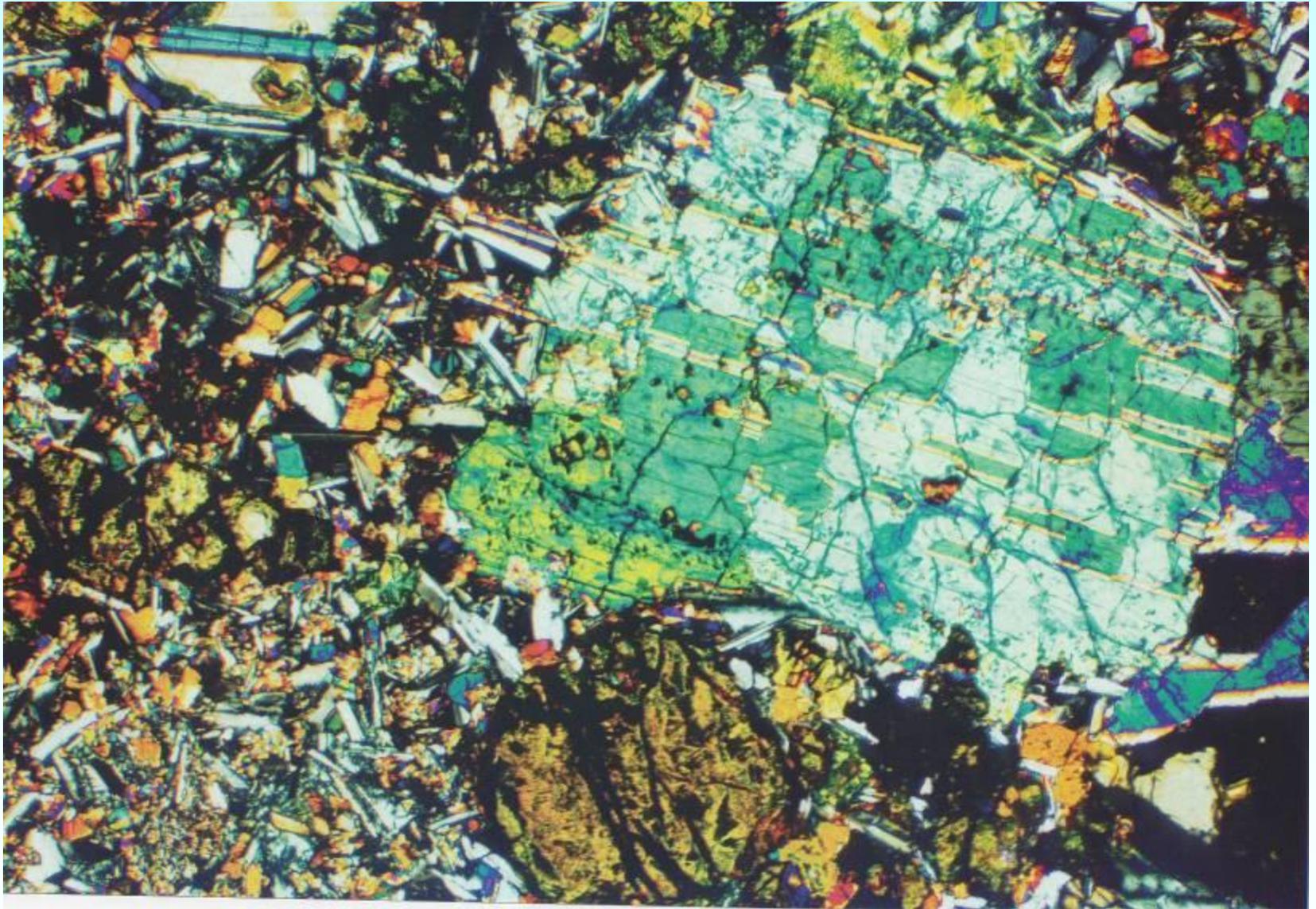
Ойкокристаллы клинопироксена с хадакристаллами плагиоклаза

## Анкармит моронговская свита



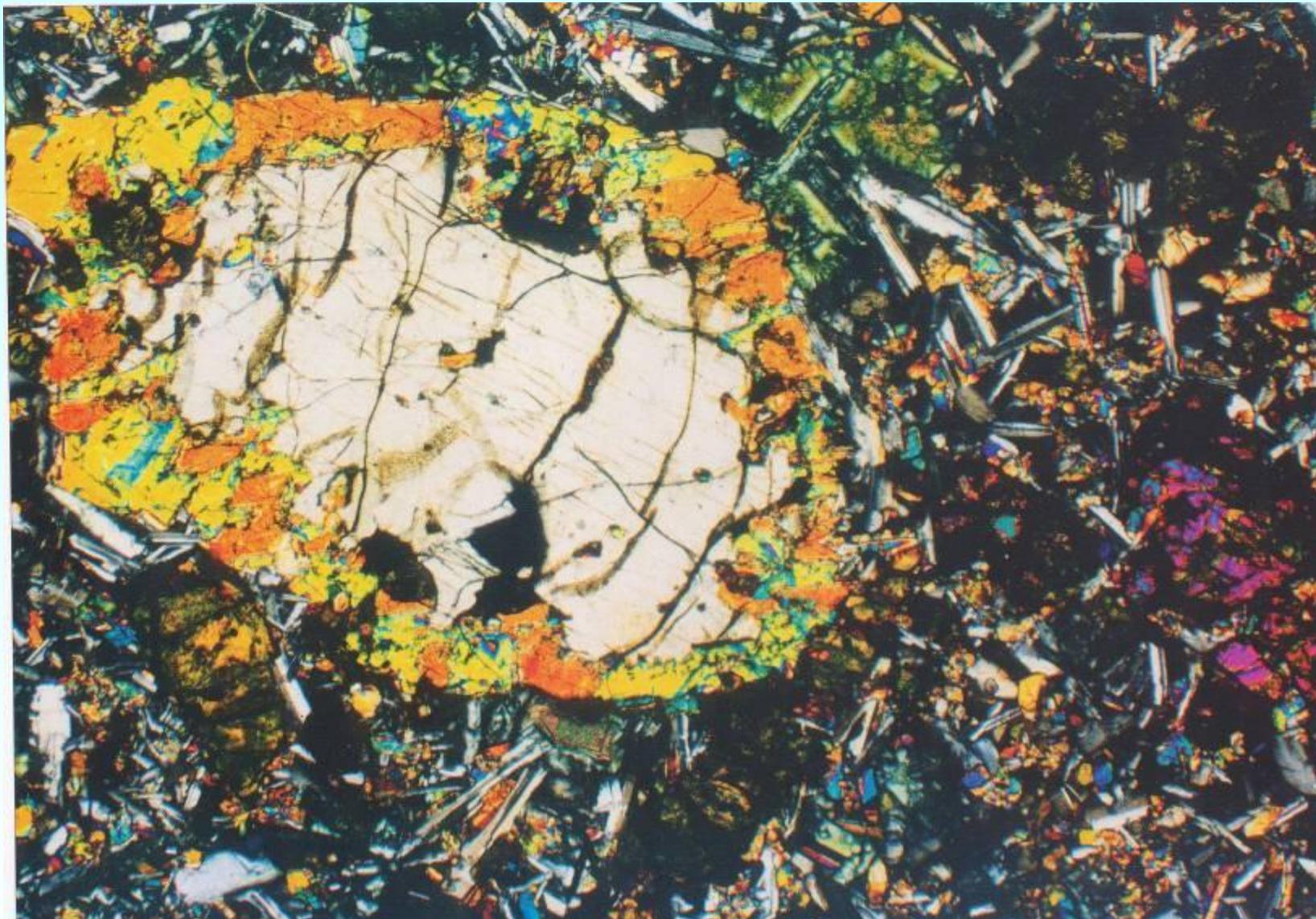
Порфировые выделения клинопироксена и оливина, основная масса плагиоклаз, пироксен, магнетит, палагонит, ильменит

## Анкарамит моронговская свита



Порфировые выделения клинопироксена и оливина.  
Основная масса плагиоклаз, авгит, пижонит, ильменит

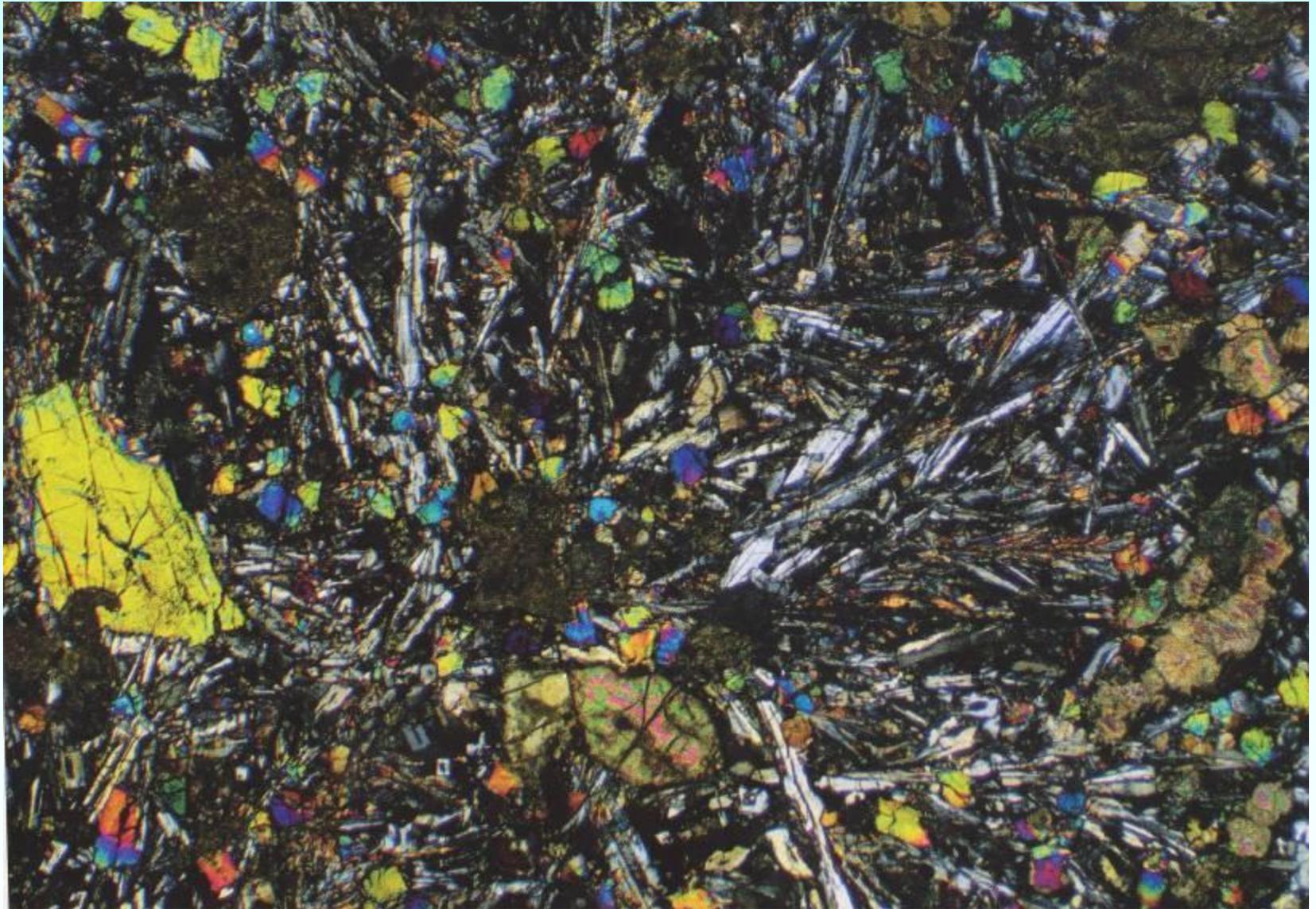
# Анкарамит



Вкрапленник ортопироксена с каймой клинопироксена

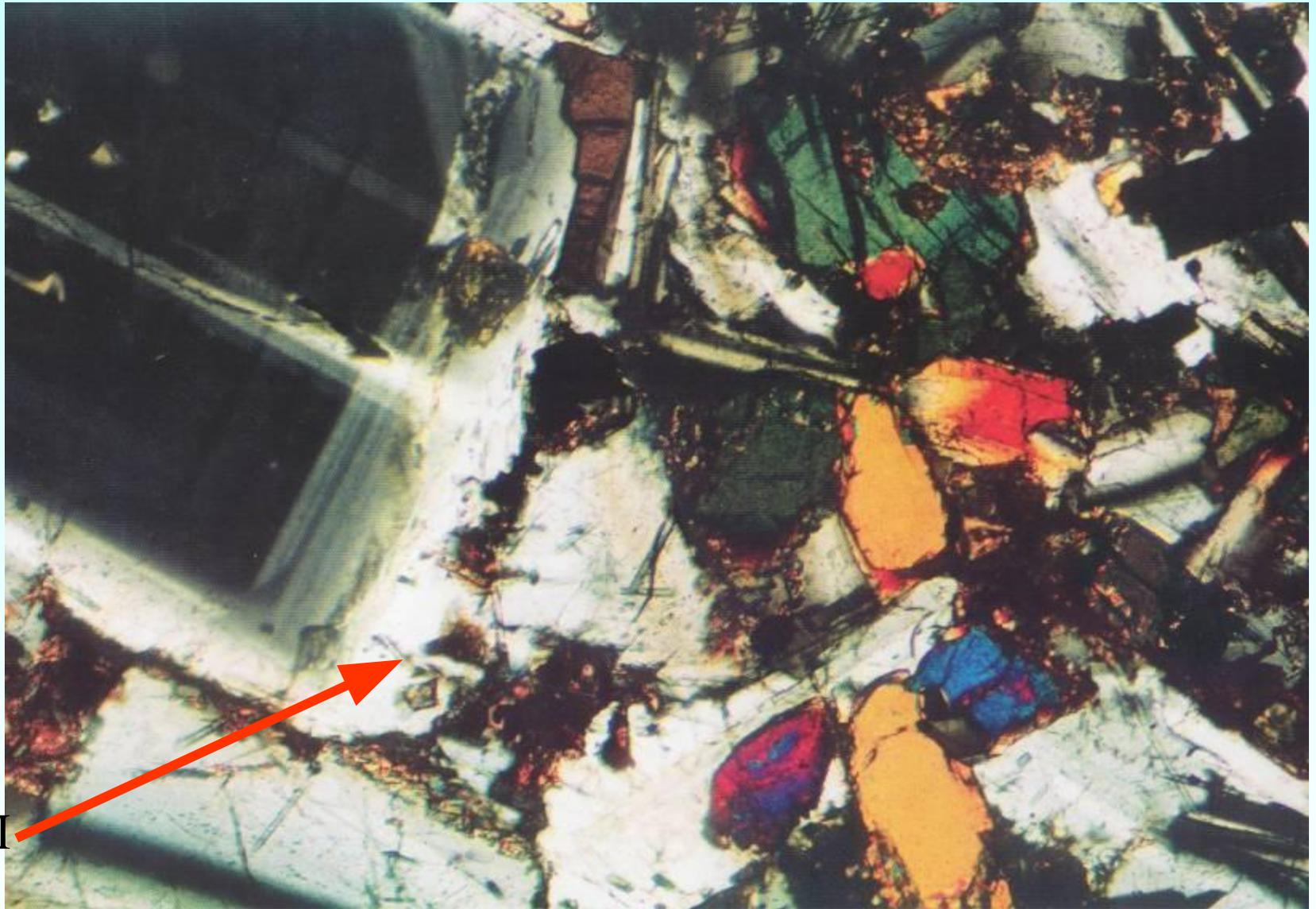
Основная масса - оливин, плагиоклаз, пироксен, палагонит, ильменит

# Трахибазальт юряхинской толщи (Норильск)



Микропорфировые выделения оливина и клинопироксена.  
Основная масса – плагиоклаз, клинопироксен, магнетит

# Трахибазальт юряхской толщи (Норильск)



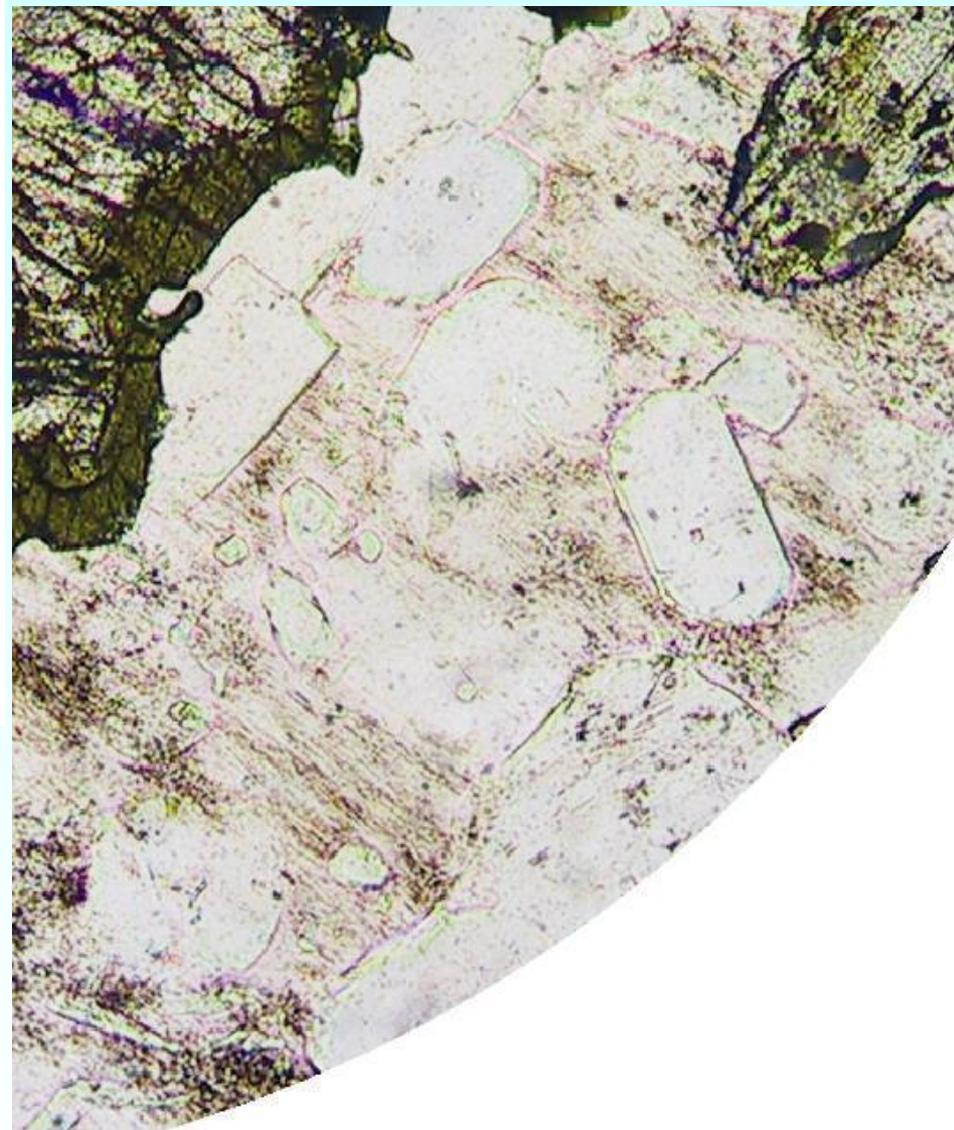
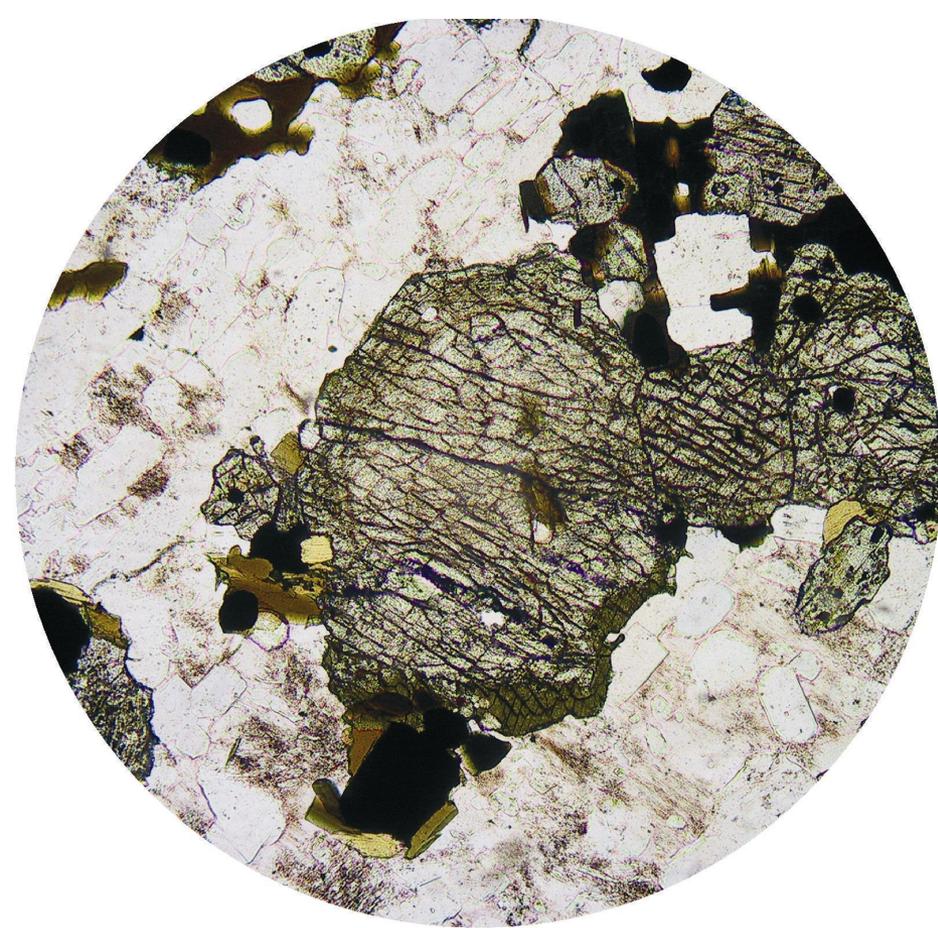
КПШ

Порфиоровое выделение плагиоклаза с каймой калиевого полевого шпата

# Классификация семейств горных пород умеренно-щелочного и щелочного рядов



Основные plutонические породы; петрохимический ряд умеренно-щелочной $45 < \text{SiO}_2 < 53$ ; $3 < (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) < 8$		
Семейства горных пород	Монцогаббро	Эссекиты
Виды горных пород	Монцогаббро	Эссекит
Модальный минеральный состав, об. %	Pl 30—60 Fsp 5 — 15 Cpx+Bt+Ol=30—40 ±Hbl<5 Orx	Pl 30—40 Fsp 5—20 Cpx 20—50 Anc 0—5 Ne 0—10 Ol 0—10, ±Am, Bt
тип щелочности	Калиевый и калиево-натриевый	Калиево-натриевый
некоторые разновидности по характерным минералам	Роговообманковые, кварцсодержащие и др.; монцогаббронорит при Cpx=Orx; монцонорит при Orx>Cpx	Оливиновые (кринаниты), роговообманковые и др.
Характерные особенности семейств и видов	Идиоморфизм плагиоклаза относительно калиевого шпата (мондонитовая структура), реакционные соотношения темноцветных минералов	Идиоморфизм темноцветных минералов относительно полевых шпатов и фойдов; Cpx — Taug, Am — керсутит



Монцогаббро

Монцонитовая и  
венцовая структура  
дисперсионный эффект  
Лодочникова

Основные вулканические породы; петрохимический ряд щелочной  
 $45 < \text{SiO}_2 < 53$ ;  $5 < (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) < 18$

Семейства горных пород	Фоидиты основные		
Виды горных пород	Анальцитмит	Полевошпатовый нефелинит	Лейцитит
Модальный минеральный состав, об. %	Anc 40-60 Cpx 20-40 Ol 0-5 Fsp 0-5 Bt 0-5	Ne 40—50 Cpx 20-40 Ol 0—5 Fsp 5—15 Lc 0—10	Lc 40-60 Cpx 20-40 Ol 0—5 Fsp 5—15 Bt 0—10
Тип щелочности	Натриевый и калиево-натриевый		Калиевый
Некоторые разновидности: по характерному существенному или второстепенному минералу	Оливиновый, биотитовый, нефелиновый	Оливиновый, лейцитовый	Оливиновый, биотитовый, мелилитовый, при Lc до 90 % — италит
по составу характерного минерала	Эгирин-авгитовые, титанавгитовые, авгитовые флогопитовые		
Характерные особенности видов	Вкрапленники анальци.-ма до 2 см; иногда присутствует стекловатый базис	Может присутствовать стекло: вкрапленники Ne, Cpx, иногда Fsp	Вкрапленники Lc, Cpx; в основной массе часто присутствуют апатит и перовскит

# Основные вулканические породы; петрохимический ряд щелочной

Семейства горных пород	Базальты щелочные			
Виды горных пород	Тефрит	Лейцитовый тефрит	Нефелиновый трахибазальт	Лейцитовый трахибазальт
Модальный минеральный состав, об. %	Pl 20-50; Ne 10-25 (до 50) Cpx 10-40; Ol 20; Fsp 10	Pl 10-40; Lc 20-40 Cpx 20-50; Ol 0-10 Fsp 0-10	Pl 30-50; Fsp 10-30 Ne 15-20; Cpx 10-30 Ol 0-10	Pl 20-40; Fsp 10-30 Lc 15-30; Cpx 10-30 Ne 0-10; Ol 0-10
Тип щелочности	Калиево-натриевый и натриевый	Калиевый	Калиево-натриевый	Калиевый
Некоторые разновидности: по характерному существенному или второстепенному минералу	Оливиновый (базанит), при Ne>25 — берешит; ортоклазовый (викоит). гиалотефрит (авгитит)	Оливиновый, биотитовый, амфиболовый	Амфиболовый, биотитовый, оливиновый	Биотитовый, оливиновый
по составу характерного минерала	Керсутитовый, титанаавгитовый	Авгитовый, авгит-диопсидовый	Титанаавгитовый, авгитовый, керсутитовый, гастингситовый	Диопсид-салитовый, авгитовый
Характерные особенности видов	Во вкрапленниках Cpx, Pl, Ne (в берешите), реже Ol; в основной массе преобладают лейциты Pl и Px реже Ol	Во вкрапленниках и в основной массе Cpx — Aug, Fsp — санидин	Pl обычно андезин реже лабрадор, часто зоональный	

# Позднемеловые трубки взрыва щелочных базальтов

- Трубка взрыва Красноозерная с паразитическим жерлом



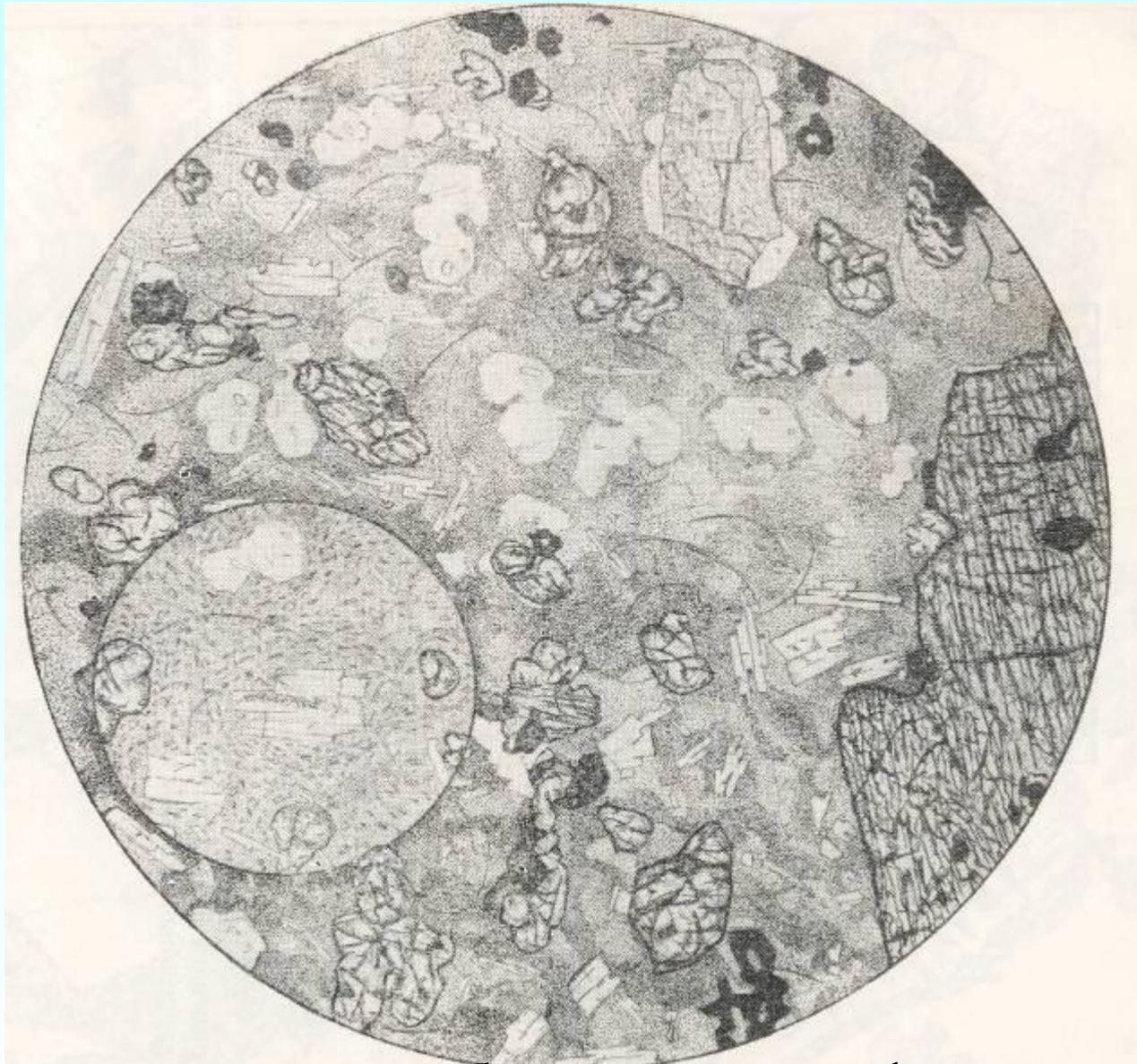
# Базаниты с ксенолитами лерцолитов



# Ксенолиты лерцолитов



# Гаюиновый тефрит



Вкрапленники авгита и биотита; мелкие фенокристы: авгит, основной плагиоклаз, гаюин; основная масса - стекло

Основные вулканические породы; петрохимический ряд щелочной  
 $45 < \text{SiO}_2 < 53$ ;  $5 < (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) < 18$

Семейства горных пород	Фонолиты основные	
Виды горных пород	Нефелиновый мелафонолит	Лейцитовый мелафонолит
Модальный минеральный состав, об. %	Fsp 30—60; Ne 10—20 Sod 0—20; Cpx 5-10 (30?) Pl 0—5; Ol 0—5 Am (Bt) 0—10 Lc 0—10	Fsp 15—40; Lc 10—30 Ne 0—10; Cpx 10—20 Pl 0—10; Ol 0—5 Am (Bt) 0—10
Тип щелочности	Калиево-натриевый и натриевый	Калиевый
Некоторые разновидности: по характерному существенному или второстепенному минералу	Амфиболовый, оливинный, анальцимовый	Биотитовый, амфиболовый, оливинный, с вкрапленниками Phl-орендит
по составу характерного минерала	Эгириновый, арфведсонитовый, анортоклазовый	Эгирин-диопсидовый, эгирин-авгитовый, флогопитовый
Характерные особенности видов	В амфиболовых разностях обильные вкрапленники арфведсонита и таблитчатые выделения Fsp	Иногда содержит вкрапленники Phl или Ol, а также Aug и санидина

# Основные вулканические породы; петрохимический ряд щелочной

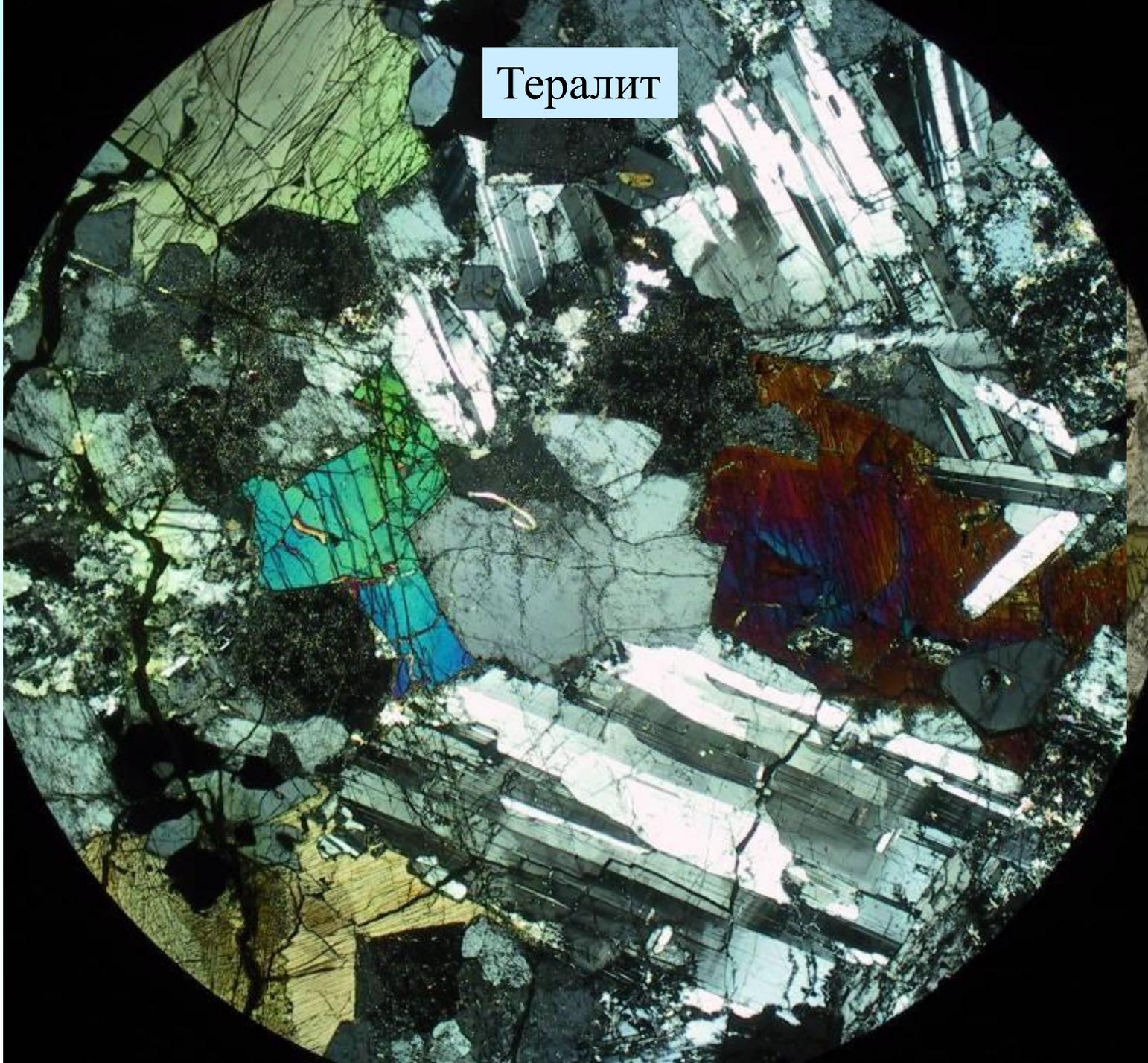
Семейства горных пород	Фойдолиты основные			
Виды горных пород	<b>Полевошпатовый ийолит</b>	<b>Полевошпатовый уртит</b>	<b>Тавит</b>	<b>Фургусит</b>
Модальный минеральный состав, об. %	<b>Ne 30-50; Cpx 30-50; Fsp 5-10 (редко до 30)</b>	<b>Ne 70-90; Cpx 5-20; Fsp 5-10 (редко до 25)</b>	<b>Sod 50-70; Cpx 5-20; Fsp 0-20</b>	<b>Lc` 40-60; Cpx 30-50; Fsp 0-10</b>
Тип щелочности	<b>Калиево-натриевый</b>	<b>Калиево-натриевый и натриевый</b>	<b>Натриевый</b>	<b>Калиевый</b>
Некоторые разновидности:				
по характерно-му существенному или второстепенному минералу	<b>Амфиболовые, биотитовые, канкринитовые, анальцимовые</b>		<b>Биотитовый, флогопитовый</b>	<b>Биотитовый, плагиоклазовый, нефелиновый</b>
по составу характерного минерала	<b>Эгириновые, титанавгитовые, авгитовый, арфведсонитовый</b>		<b>Эгириновый, арфведсонитовый</b>	<b>Диопсид-авгитовый, флогопитовый</b>
Характерные особенности семейств и видов	<b>Структуры панидиоморфнозернистые, гипидиоморфниозернистые, реже пойкилитовые</b>		Повышенная роль в минералах летучих элементов и разнообразие редкометалльных минералов, порода редкая	<b>Структура порфировидная, оцеляровая</b>

# Основные вулканические породы; петрохимический ряд щелочной

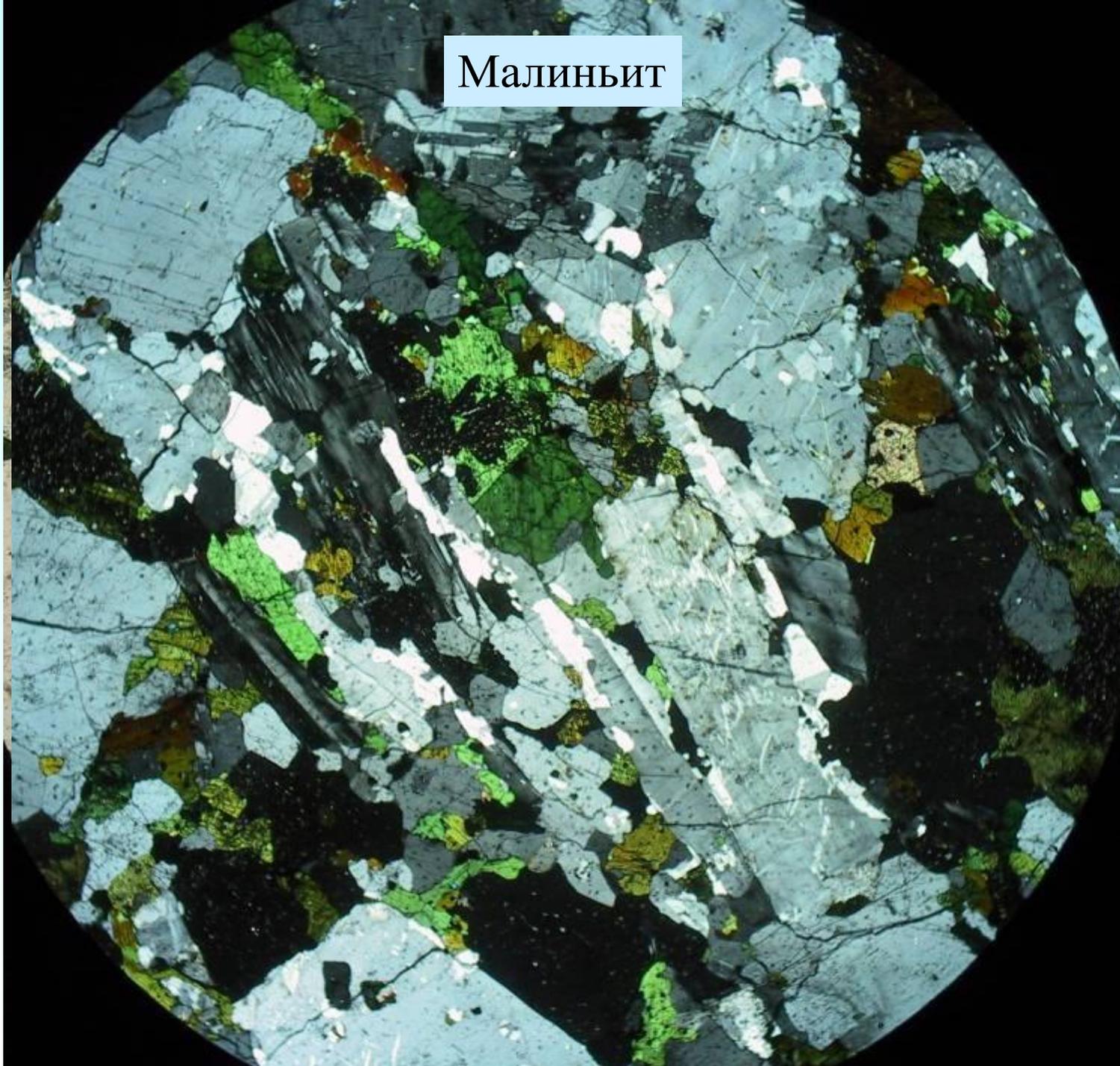
Семейства горных пород	Габброиды щелочные			
Виды горных пород	Тералит	Тешенит*	Шонкинит	Малиньбит
Модальный минеральный состав, об. %	Ne 10-30, Pl 20-40 (редко до 60), Cpx 10-30, Ol до 20	Pl 20-40, Anc 10-20 Cpx 20-50, Ol 0-10 ±Am, Bt, Fsp	Cpx 30-70, Fsp 10-40 Ol 0-20, Lc' 5-20, Ne 5-10	Fsp 10-40, Ne 20-30, Cpx до 50, alkAm 0-10
Тип щелочности	Калисво-натриевый и натриевый		Калиево-натриевый и калиевый	Калиево-натриевый
Некоторые разновидности:				
по характерному существенному или второстепенному минералу	Биотитовый, псевдолейцитовый	Амфиболовый, нефелиновый, ортоклазовый	Флогопитовый, нефелиновый, плагиоклазовый	Амфиболовый, биотитовый, гранатовый
по составу характерного минерала	Титанавгитовый, эгирин-авгитовый керсутитовый	авгитовый, керсутитовый	Авгитовый, биотитовый	Авгитовый, эгирин-авгитовый
Характерные особенности семейств и видов	Структура гипидиоморфно-зернистая	Структура панидиоморфно-зернистая, офитовая	Структура порфировидная или гипидиоморфнозернистая	Частая ассоциация с фойидолитами; структура средне- и мелкозернистая, иногда порфировидная

\* Тешенит с содержанием Anc < 10 % должен быть отнесен к основным породам умеренно-щелочного ряда.

# Тералит



Малинџит



# Основные вулканические породы; петрохимический ряд щелочной

Семейства горных пород	Сиениты фельдшпатоидные основные		
Виды горных пород	<b>Сэрнаит</b>	<b>Науяит</b>	<b>Рисчоррит</b>
Модальный минеральный состав, об. %	<b>Fsp 40-50, Ne 15-25, Can 2-25, Cpx 5-15 ±Am, Bt</b>	<b>Sod 30-50, Ne 5-20 Fsp 20-40, Cpx 5-10 Am 0-10</b>	<b>Fsp 40-70, Ne 20-40, Cpx 5-20, Am 0-10 Lep 0-10</b>
Тип щелочности	<b>Калиево-натриевый</b>	<b>Натриевый</b>	<b>Калиево-натриевый и калиевый</b>
Некоторые разновидности:			
по характерному существенному или второстепенному минералу	<b>Биотитовый, амфиболовый, флогопитовый, нефелиновый</b>	<b>Амфиболовый, анальцимовый</b>	<b>Амфиболовый, биотитовый</b>
по составу характерного минерала	<b>Эгирин-салитовый</b>	<b>Арфведсонитовый, эгириновый</b>	<b>Эгириновый, арфведсонитовый</b>
Характерные особенности семейств и видов	<b>Структура гипидиоморфно-зернистая, редко пойкилитовая</b>	<b>Структура пойкилитовая (кристаллы содалита включены в крупные выделения полевого шпата, эгирина, эвдиалита); порода редкая</b>	<b>Сложение гигантозернистое, массивное, реже трахитоидное; структура порфировидная (пойкилопорфировидная); нефелин с высоким содержанием кальсилитовой составляющей</b>

# Океанический внутриплитный вулканиззм

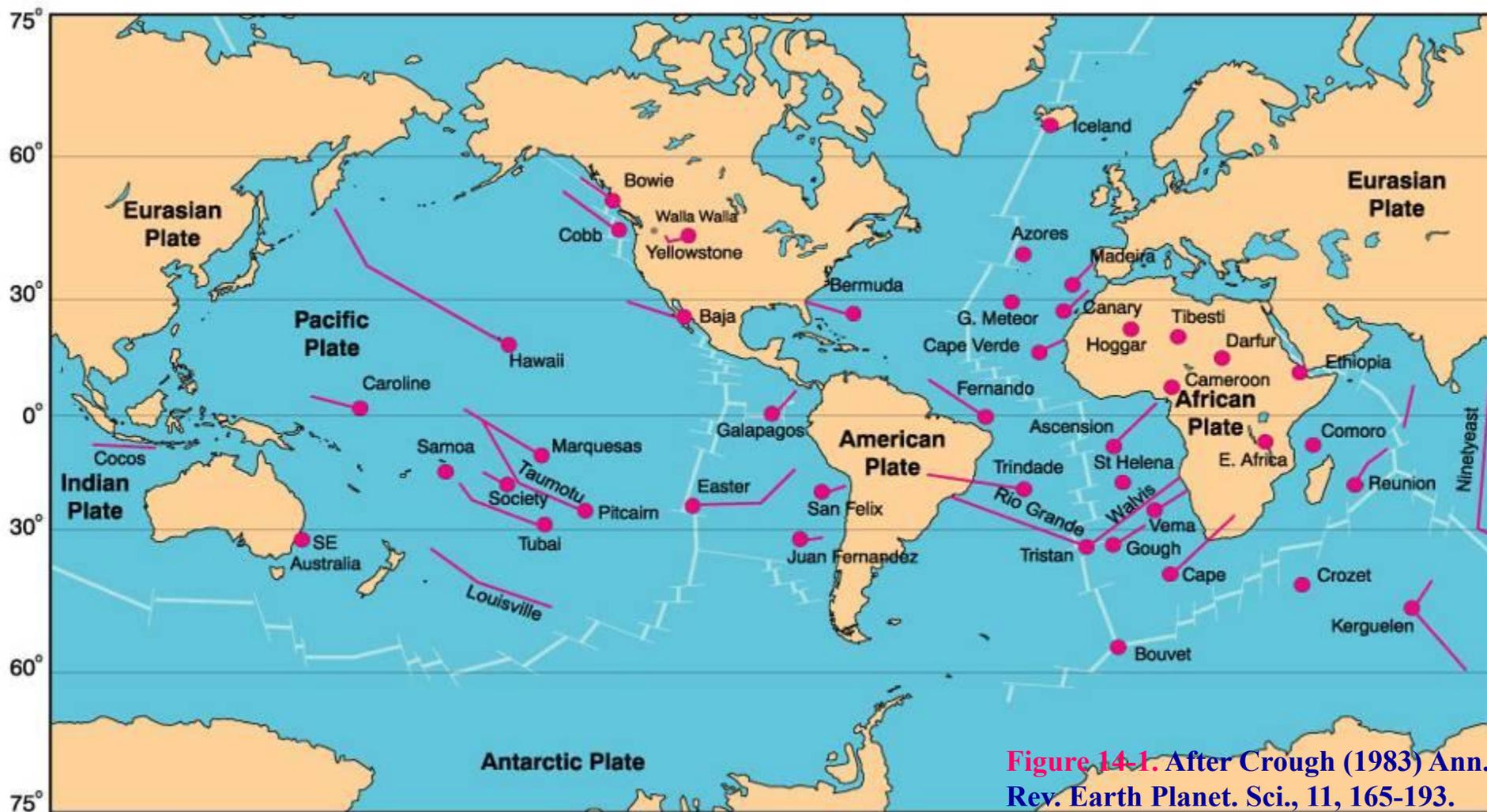
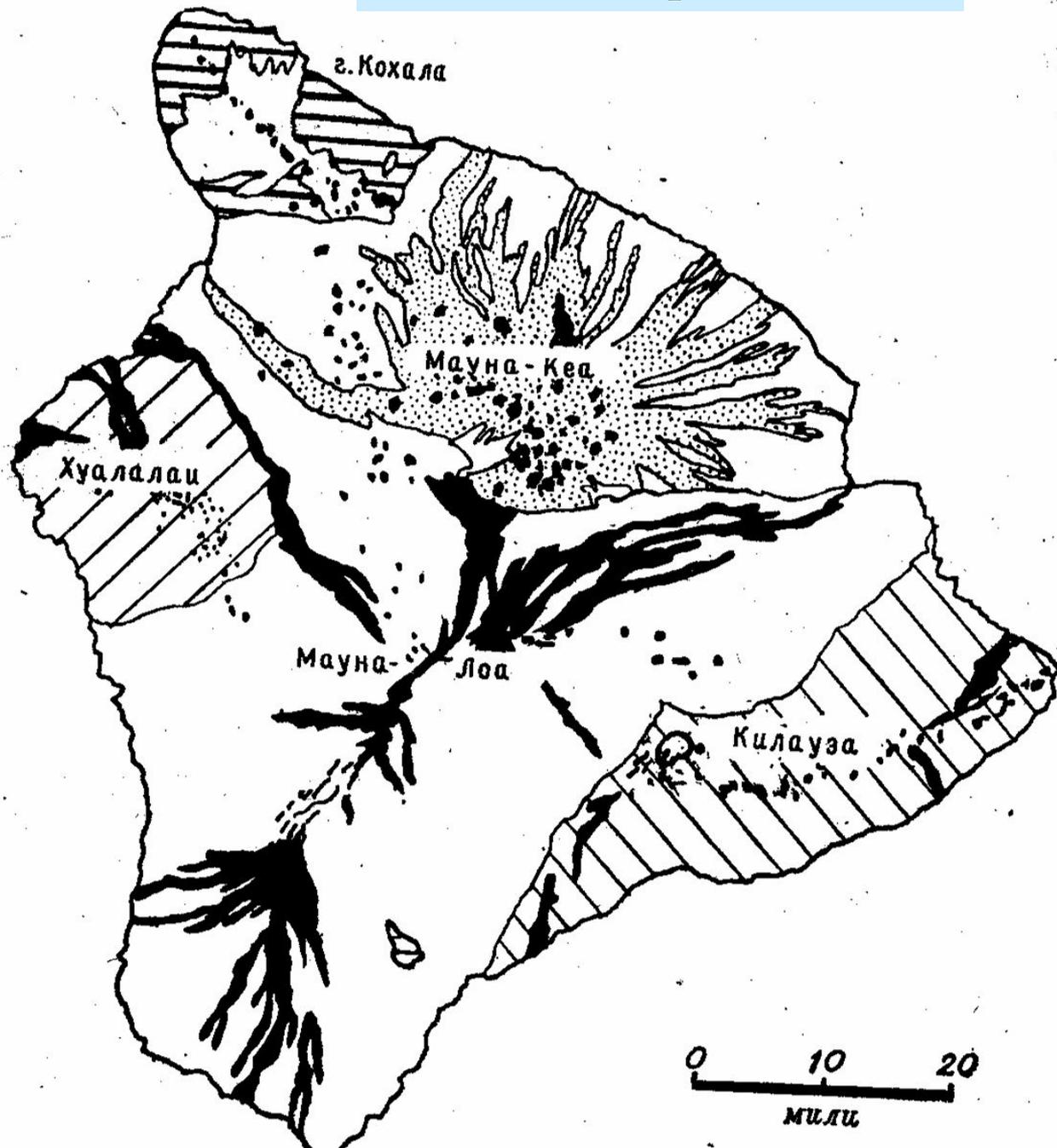


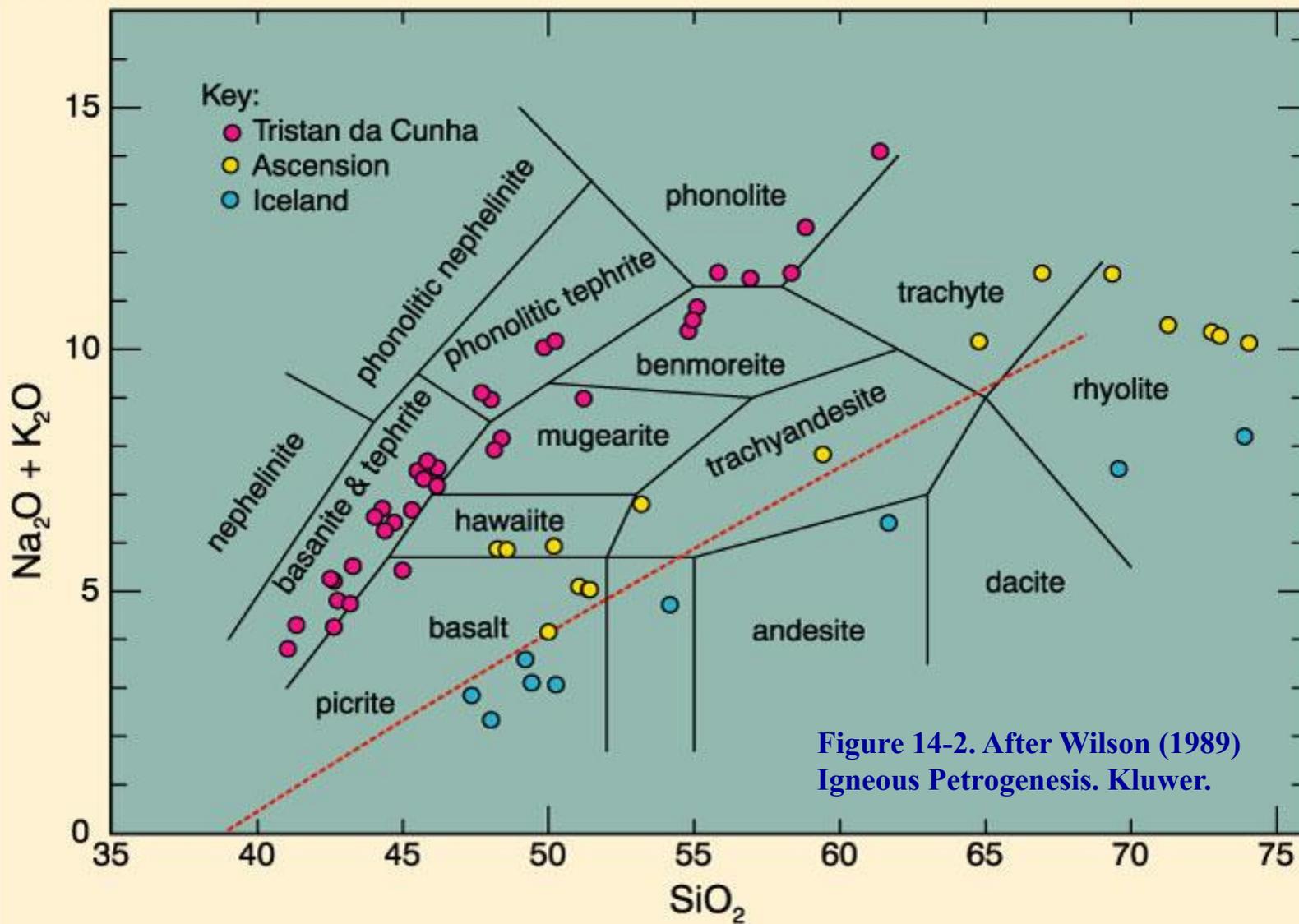
Figure 14-1. After Crough (1983) *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 11, 165-193.

# Гавайская горячая точка

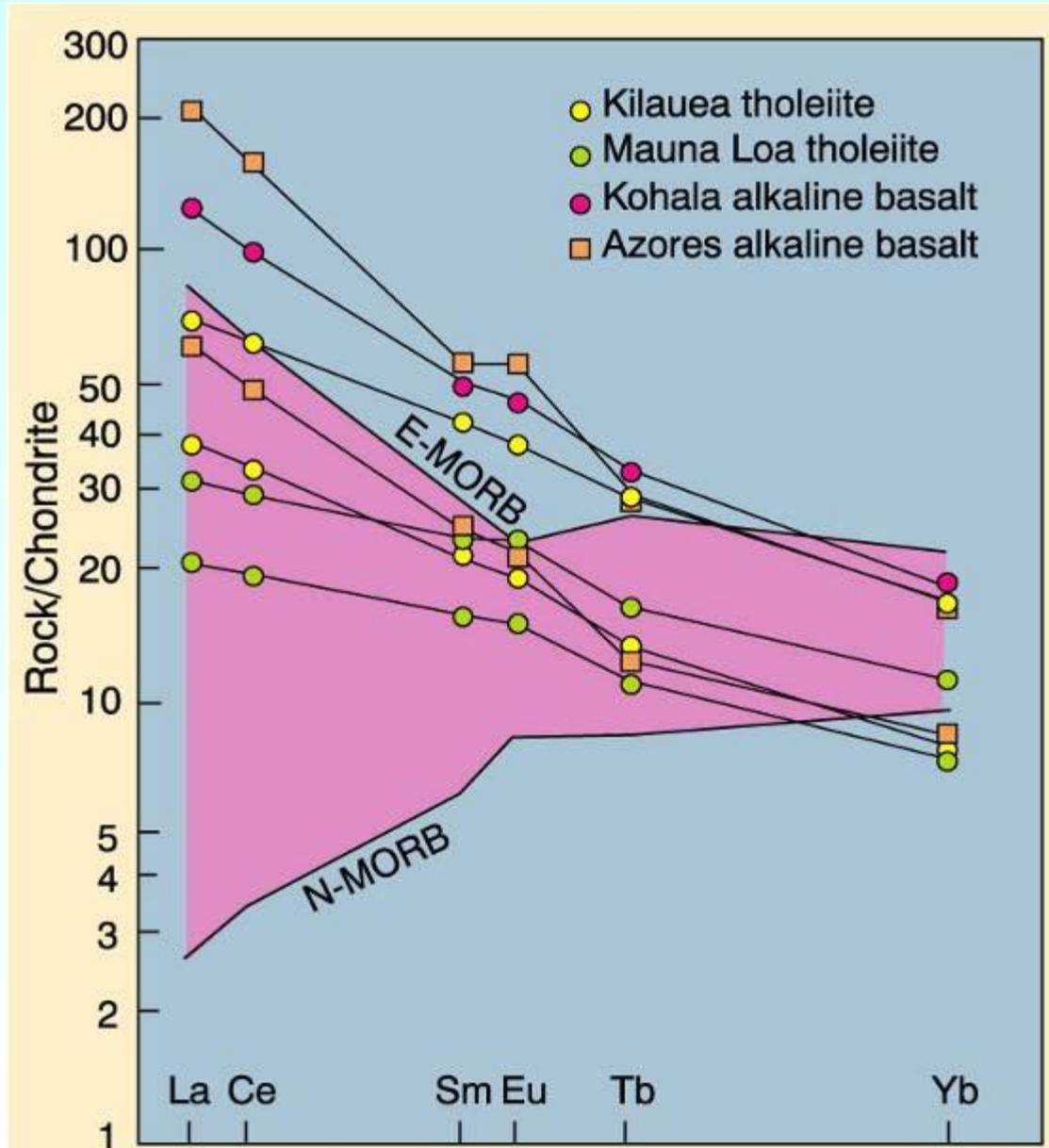


# Evolution in the Series

Tholeiitic, alkaline, and highly alkaline



# Trace Elements: REEs



**Figure 14-2.** After Wilson (1989) *Igneous Petrogenesis*. Kluwer.

# MORB-normalized Spider Diagrams

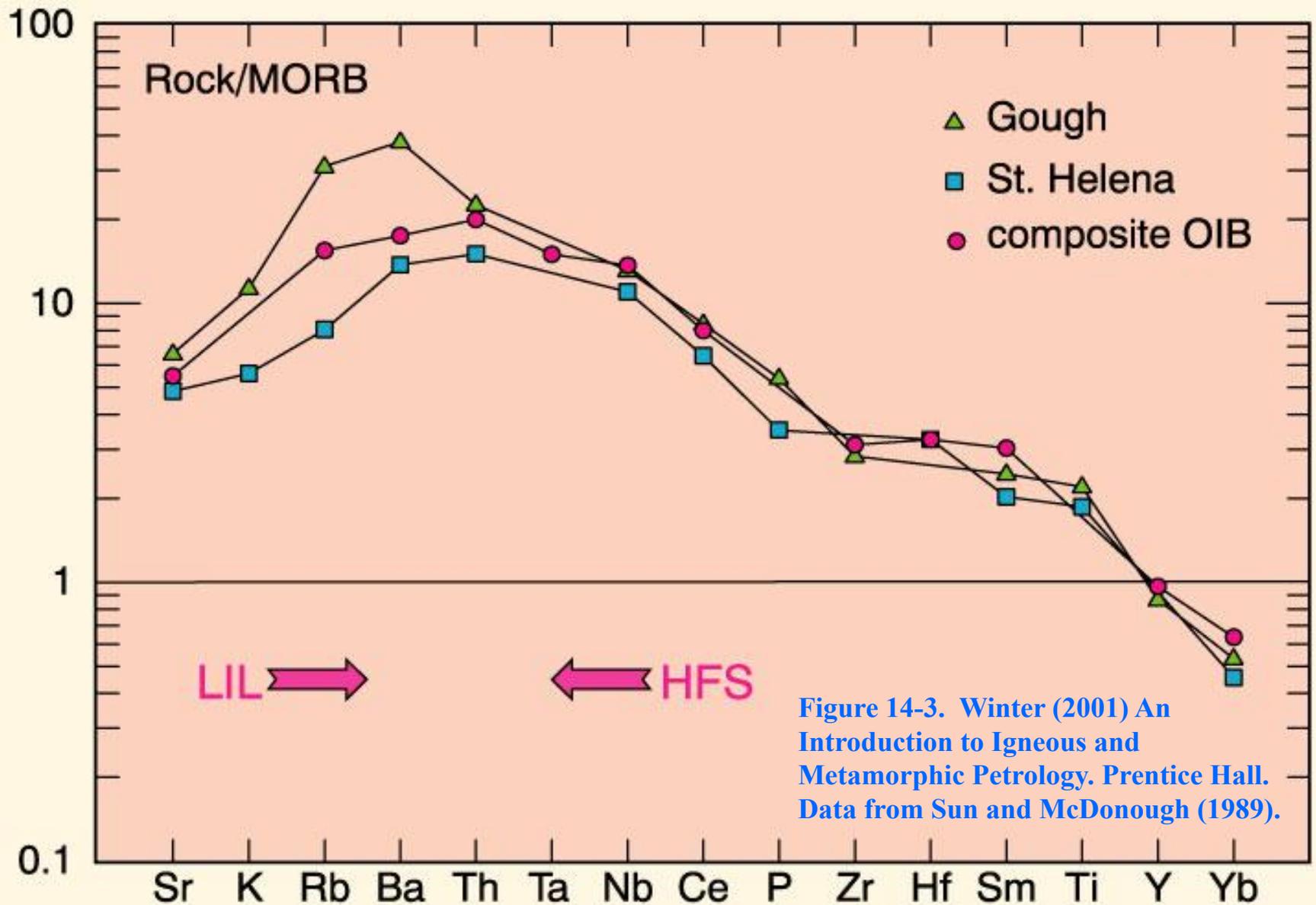


Figure 14-3. Winter (2001) An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall. Data from Sun and McDonough (1989).

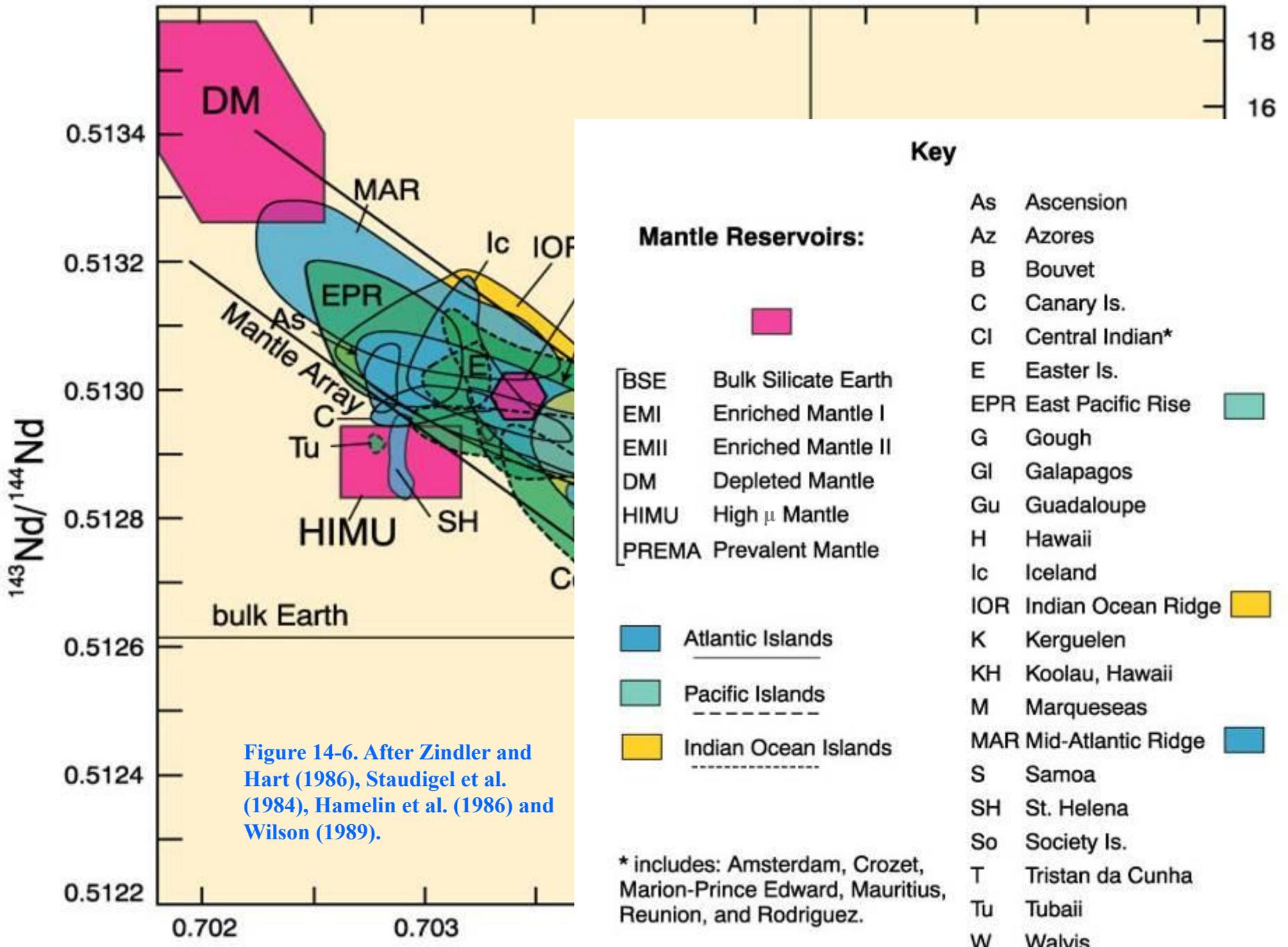


Figure 14-6. After Zindler and Hart (1986), Staudigel et al. (1984), Hamelin et al. (1986) and Wilson (1989).

**Key**

**Mantle Reservoirs:**

- BSE Bulk Silicate Earth
- EMI Enriched Mantle I
- EMII Enriched Mantle II
- DM Depleted Mantle
- HIMU High  $\mu$  Mantle
- PREMA Prevalent Mantle

**Island Groups:**

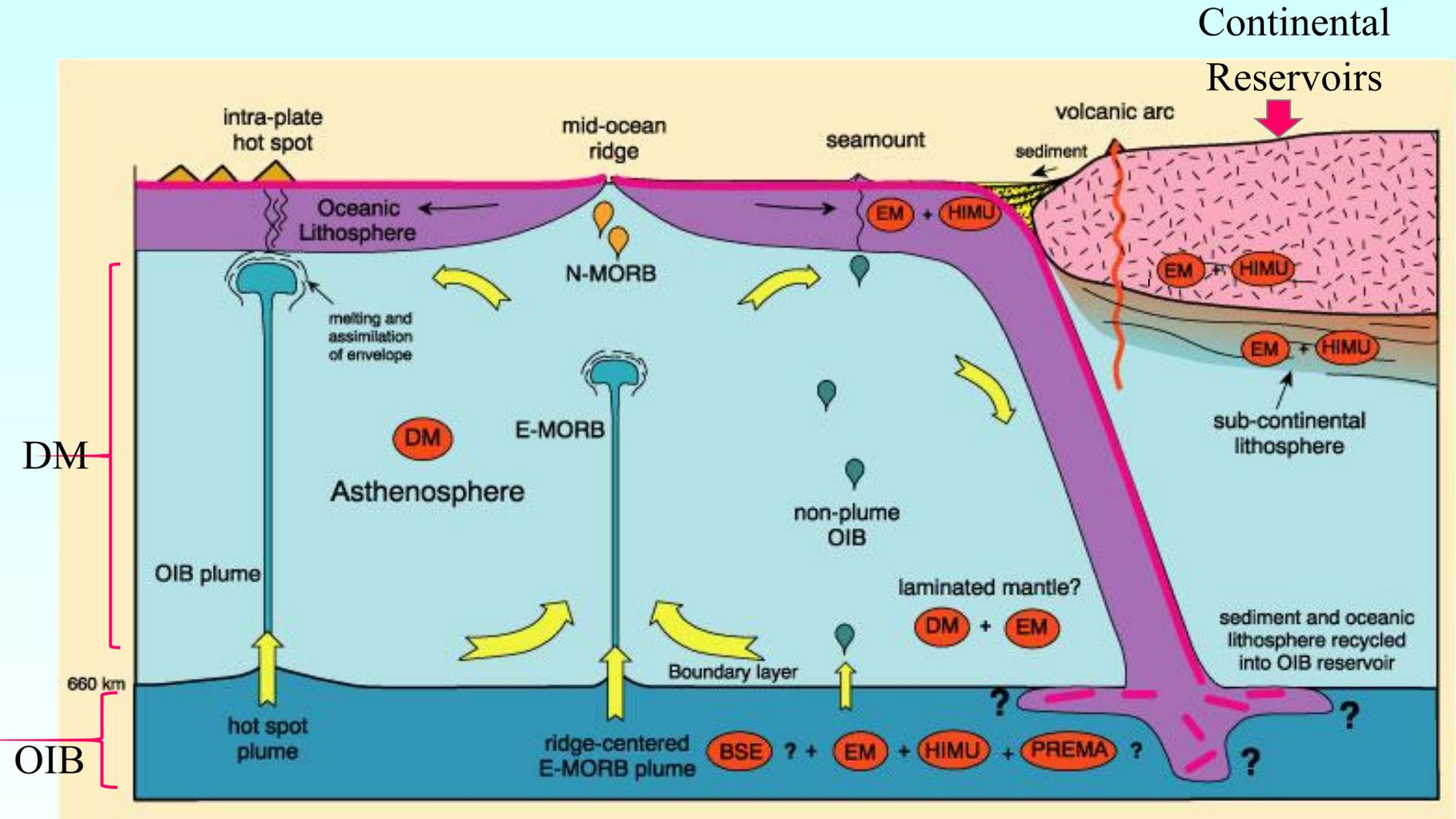
- Atlantic Islands (blue)
- Pacific Islands (green)
- Indian Ocean Islands (yellow)

**Key:**

- As Ascension
- Az Azores
- B Bouvet
- C Canary Is.
- CI Central Indian\*
- E Easter Is.
- EPR East Pacific Rise
- G Gough
- Gl Galapagos
- Gu Guadalupe
- H Hawaii
- Ic Iceland
- IOR Indian Ocean Ridge
- K Kerguelen
- KH Koolau, Hawaii
- M Marqueseas
- MAR Mid-Atlantic Ridge
- S Samoa
- SH St. Helena
- So Society Is.
- T Tristan da Cunha
- Tu Tubaii
- W Walvis

\* includes: Amsterdam, Crozet, Marion-Prince Edward, Mauritius, Reunion, and Rodriguez.

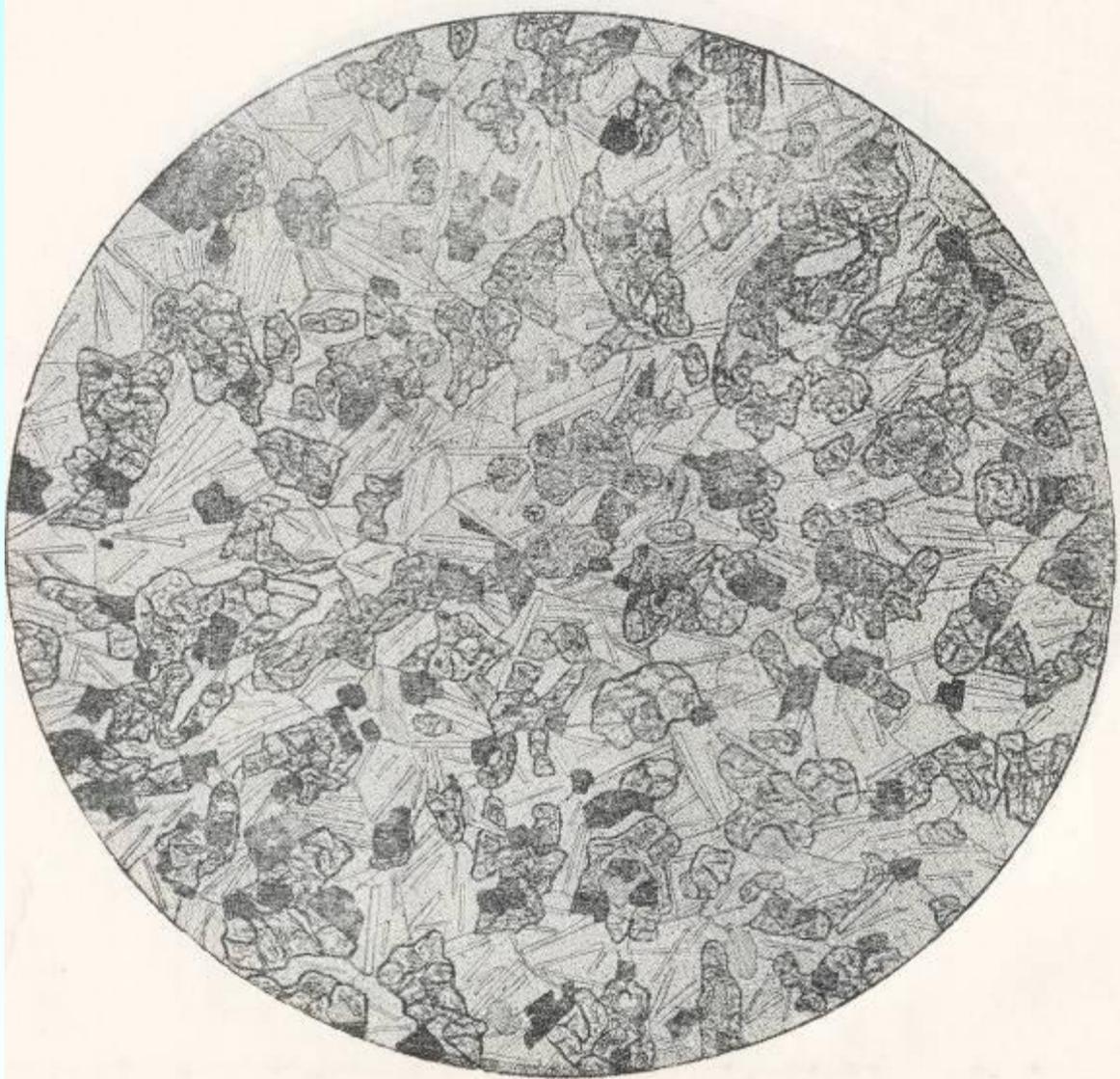
# A Model for Oceanic Magmatism



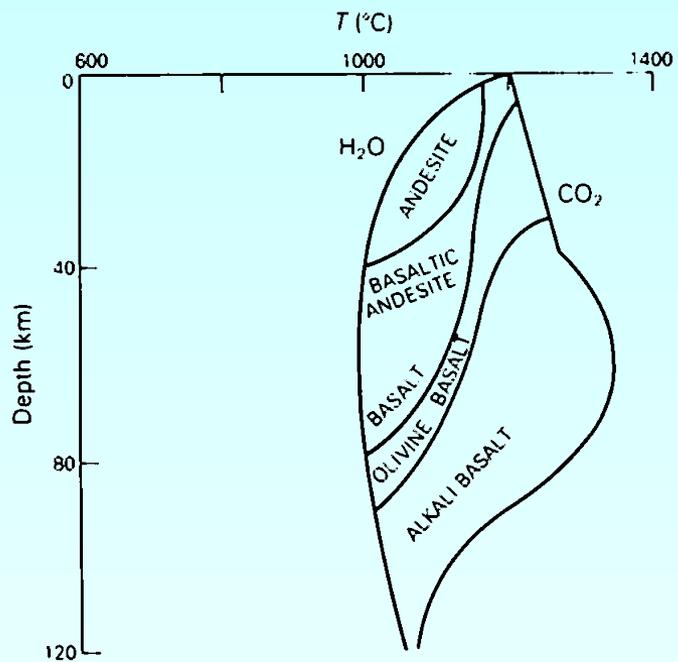
EM and HIMU from **crustal** sources (subducted OC + CC seds)

**Figure 14-10.** Nomenclature from Zindler and Hart (1986). After Wilson (1989) and Rollinson (1993).

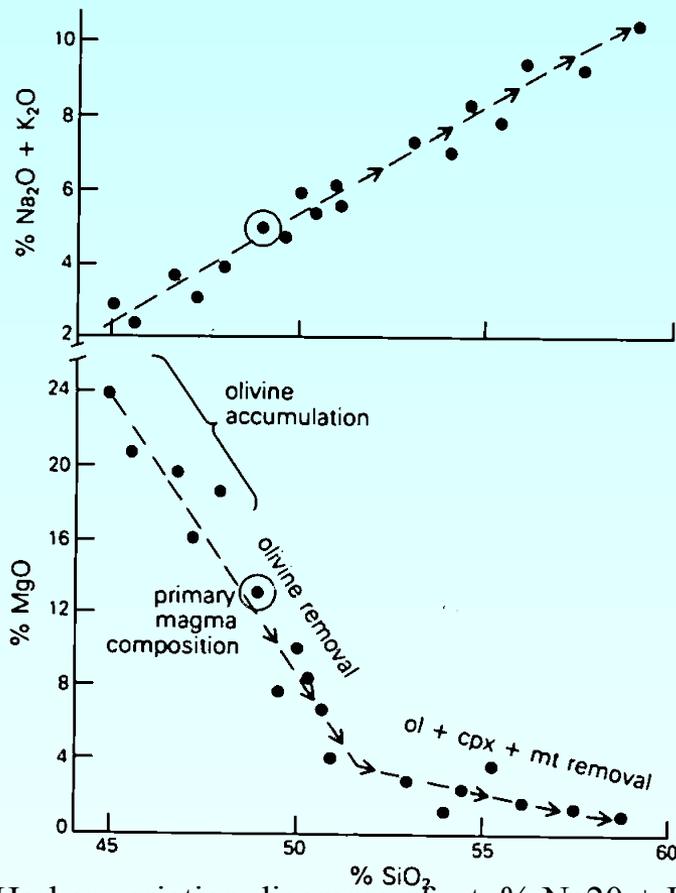
## Шошонит (Армения)



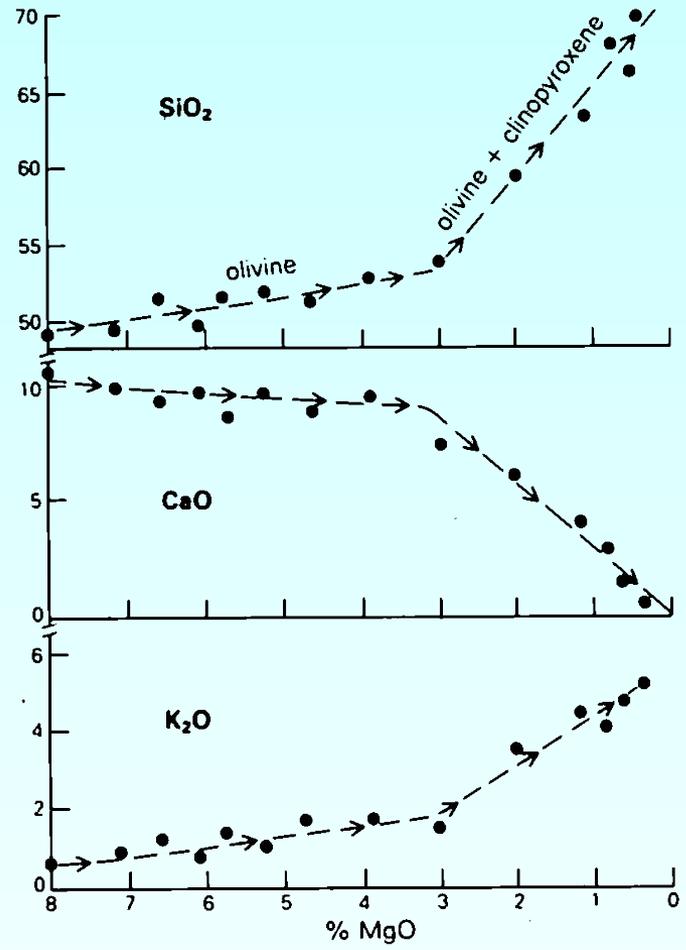
Вкрапленники авгита; основная масса – плагиоклаз, калишпат, пироксен и магнетит



**Compositions of near-solidus partial melts in the system lherzolite-H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub>.**



Harker variation diagrams of wt. % Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O and wt. % MgO versus wt. % SiO<sub>2</sub> for a suite of cogenetic volcanic rocks related by fractional crystallization of olivine, clinopyroxene and magnetite. The highly magnesian basalts (MgO >12%) may have accumulated olivine by crystal settling. This should be evident in their petrography, i.e. the samples should be highly olivine phyrlic.



Harker-type variation diagrams, with wt.% MgO as abscissa, for a cogenetic suite of volcanic rocks related by fractional crystallization of olivine and clinopyroxene.

**In general, for suites of cogenetic igneous rocks, pairs of oxides are strongly correlated, either positively or negatively. Such correlations or trends may be generated as a consequence of partial melting, fractional crystallization, magma mixing or crustal contamination, either individually or in combination.**