

УЛЬТРАМАФИТЫ НОРМАЛЬНОЙ ЩЕЛОЧНОСТИ

Сазонова Л.В.

В земной коре
в среднем 1 %
от объема
коры. Но
именно ими
сложена
верхняя
мантия под
континентами
и океанами.
Интрузивные
породы резко
преобладают



Дуниты – породы, состоящие преимущественно из оливина (> 90%).
(название по горе Дун в Новой Зеландии - классического массива дунитов).

Главный минерал - магнезиальный оливин;

второстепенные минералы — магнезиальные ортопироксен и клинопироксен;

акцессорный - хромшпинелид (обычно хромит).



УЛЬТРАМАФИТЫ НОРМАЛЬНОЙ ЩЕЛОЧНОСТИ

Ультрамафиты - "ультратёмные" породы (цветное число >90).

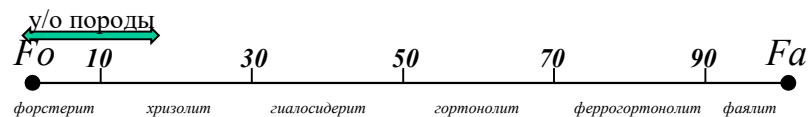
	Ультраосновные	Основные
SiO ₂ %	34- 45	45-53
Na ₂ O+K ₂ O%	<1	0.5<4.5
MgO%	>20	Как правило >20

Петрохимический ряд	Семейство	Главные минералы	Породы plutonic облика	Породы эффузивного облика
Низкощелочной (нормальной щелочности)	Пироксеновых пород	Orx, Crx, $\pm$Ol	Пироксениты: ортопироксенит (Orx) клинопироксенит (Crx) вебстерит (Orx + Crx) оливиновый вебстерит (Orx + Crx + Ol) (5%<Ol<40%)	Бонинит
	Пироксен-оливиновых пород	Ol, Orx, Crx	Перидотиты: гарцбургит (Ol + Orx) лерцолит (Ol + Orx + Crx) верлит (Ol + Crx)	Пикрит, коматиит
	Оливиновых пород	Ol	Дунит (Ol + Cr-Sp)	—

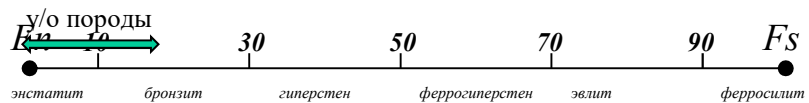
Особенности химизма минералов:

в изоморфных рядах Mg-Fe силикатов присутствуют самые магнезиальные члены: Fo, Dy и др.

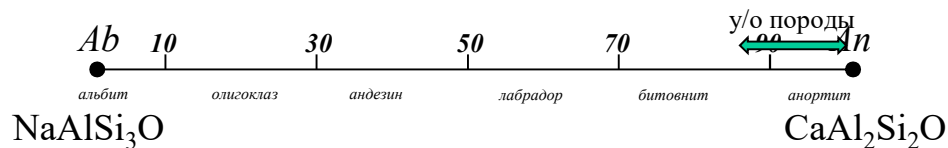
Оливин $(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$



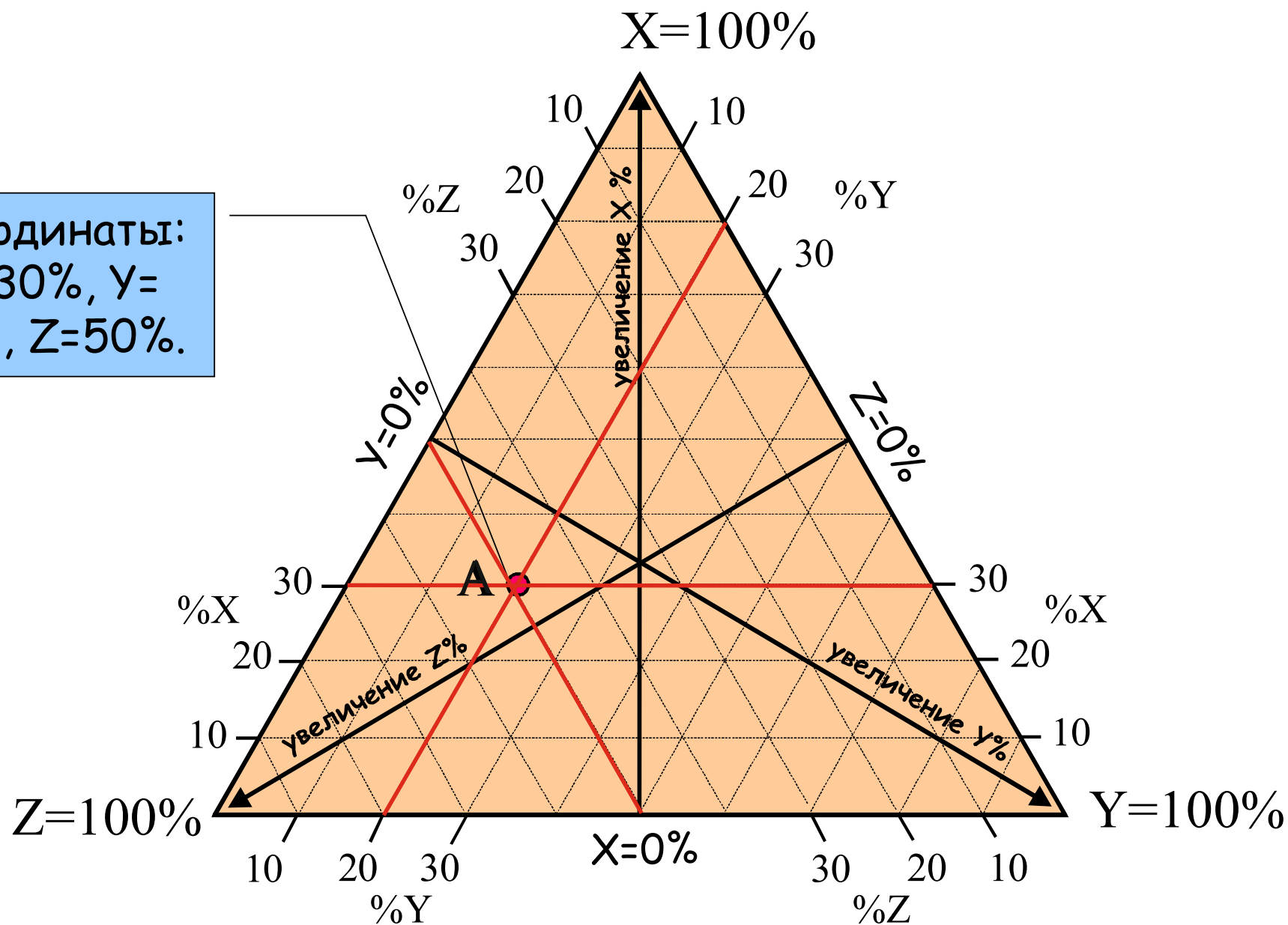
Ортопироксен (Орх)
 $(\text{Mg,Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$



Плагиоклаз (Pl)



Координаты:
 $X=30\%$, $Y=20\%$, $Z=50\%$.



**Главные
породообразующие
минералы**

Оливин, ортопироксен и
клинопироксен.

**Второстепенные
породообразующие
минералы**

Безводные:

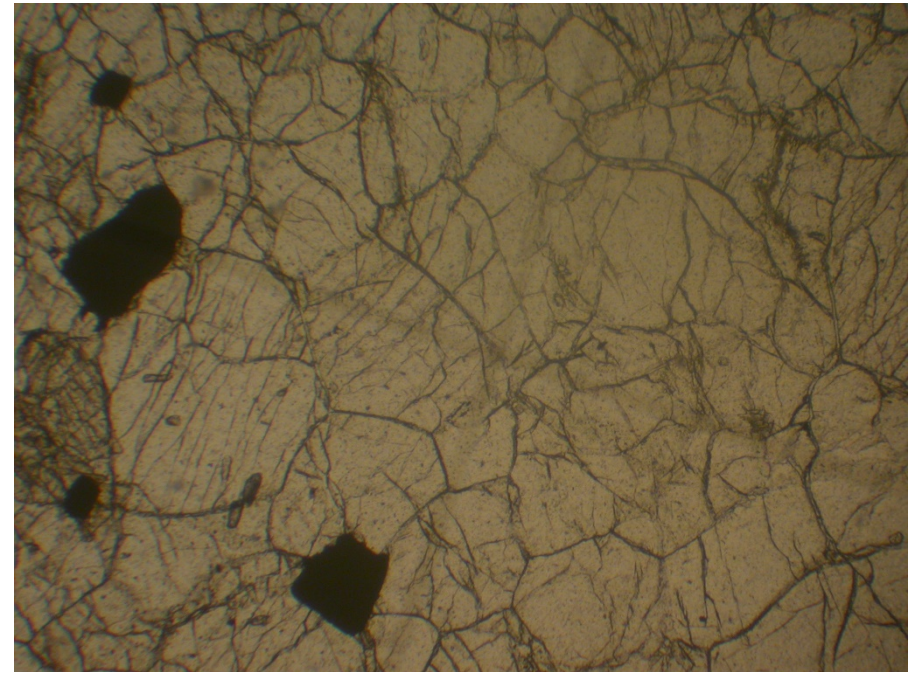
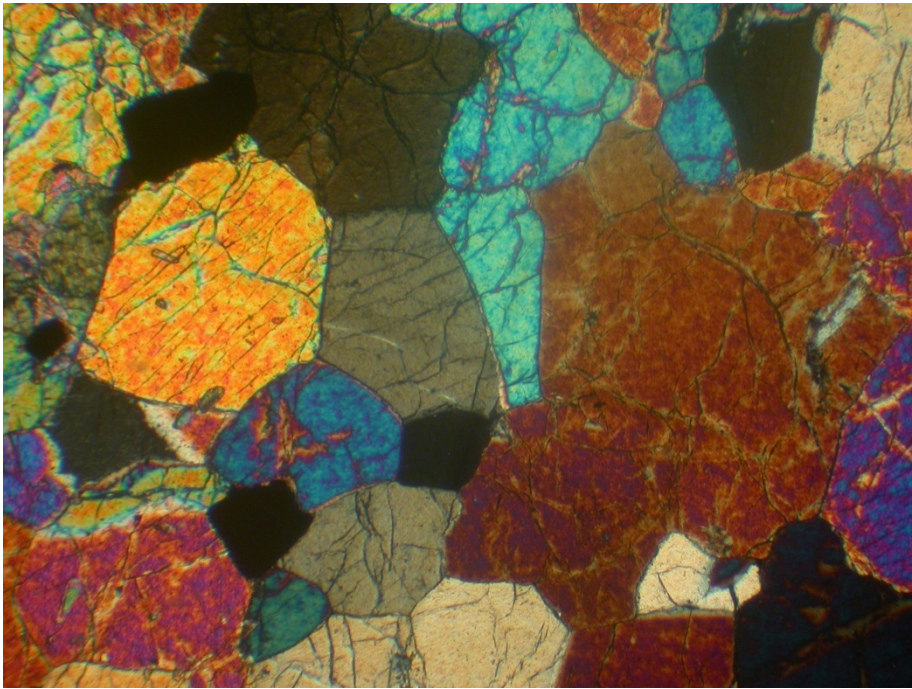
плагиоклаз, гранат,
шпинель.

Водные: биотит
(флогопит) и амфиболы
(паргасит-эденитовый
ряд, керсутит и
рихтерит).

Акцессорные минералы Хромит, магнетит и др.

Интрузивные породы



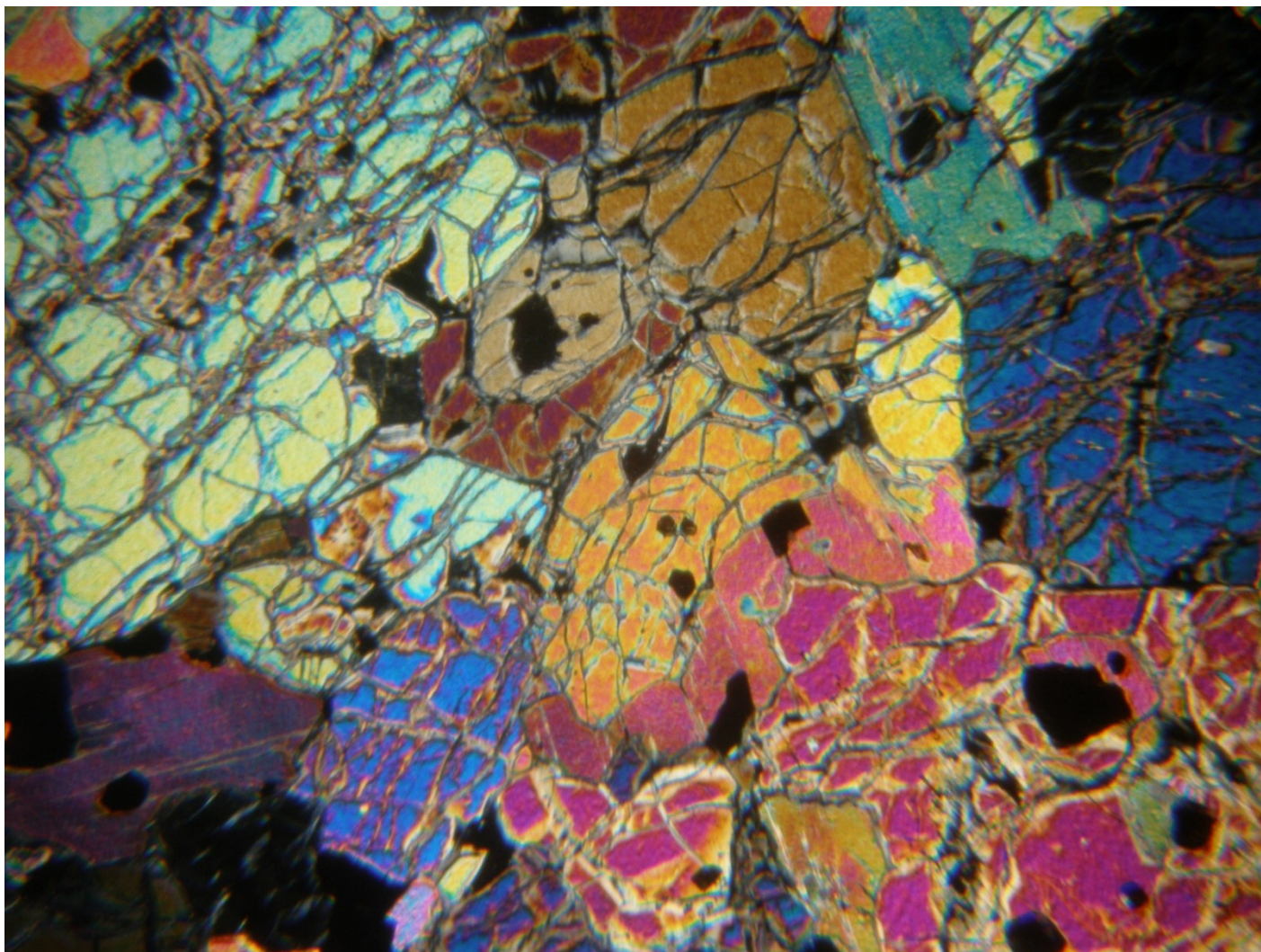


- Структура - **панидиоморфнозернистая**
- ИЛИ

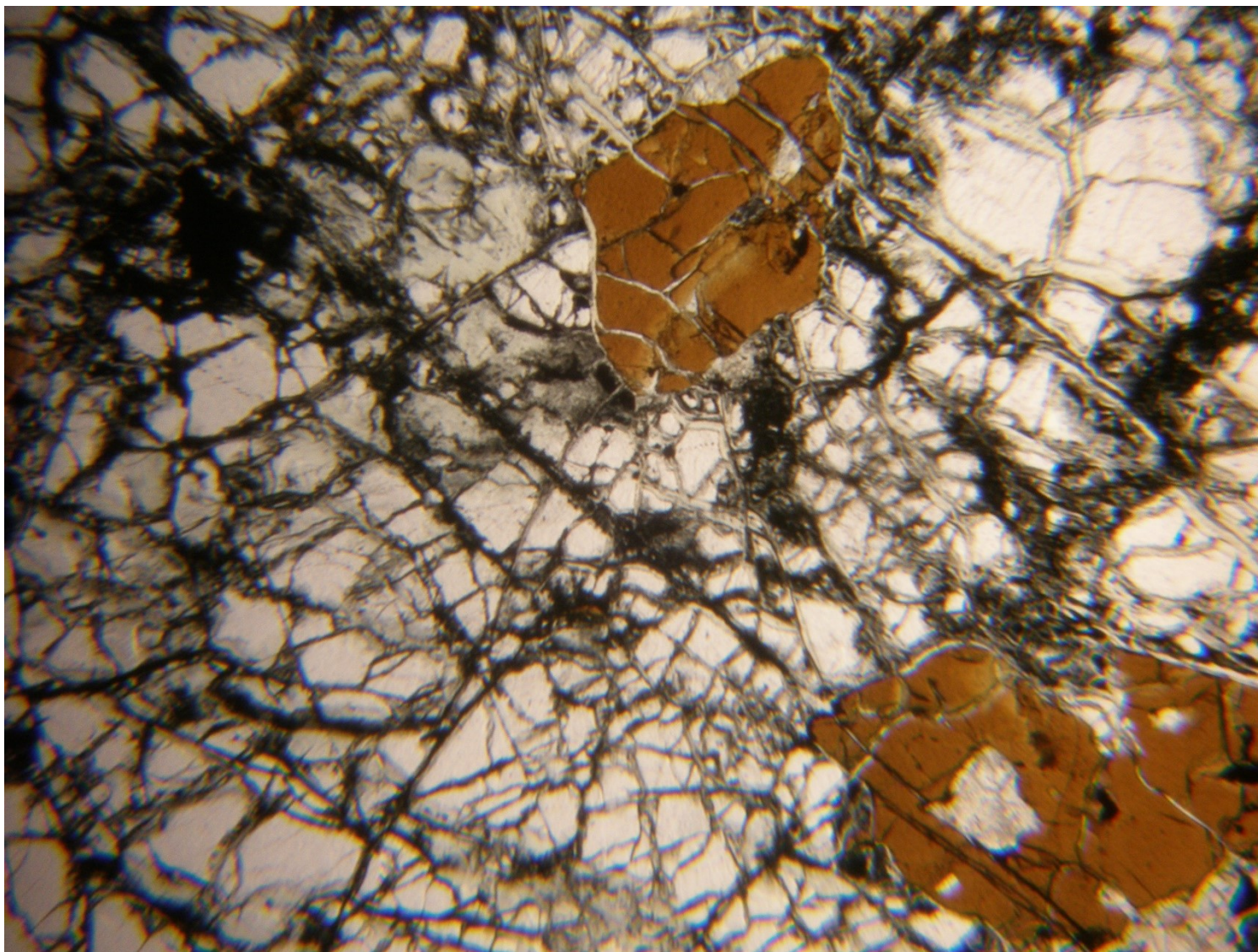
ДУНИТ название по горе Дун в Новой Зеландии - классического массива дунитов.

Главный минерал - магнезиальный оливин, характерные *второстепенные минералы* — магнезиальные ортопироксен и клинопироксен. *Акцессорный* - хромшпинелид (или хромит).

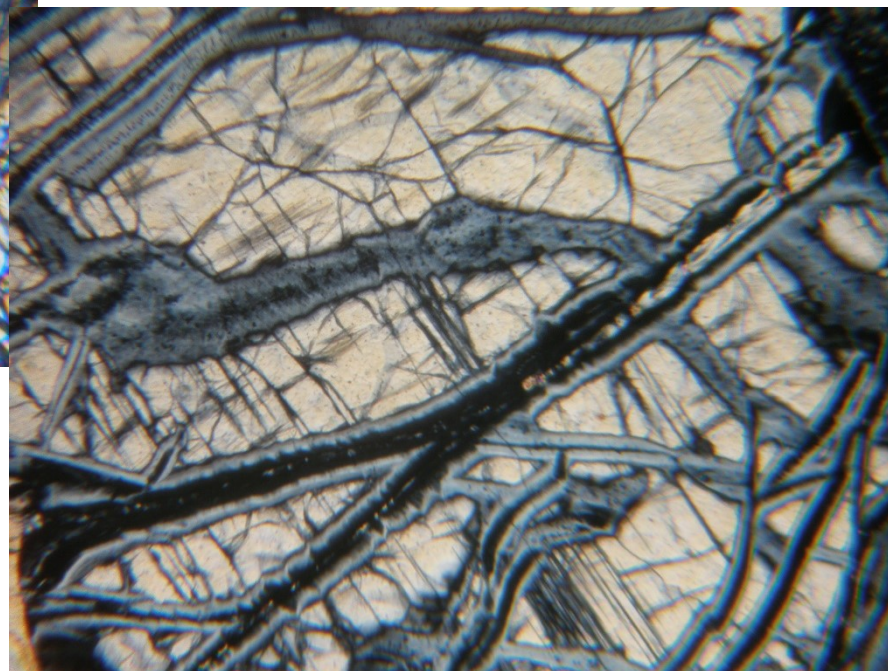
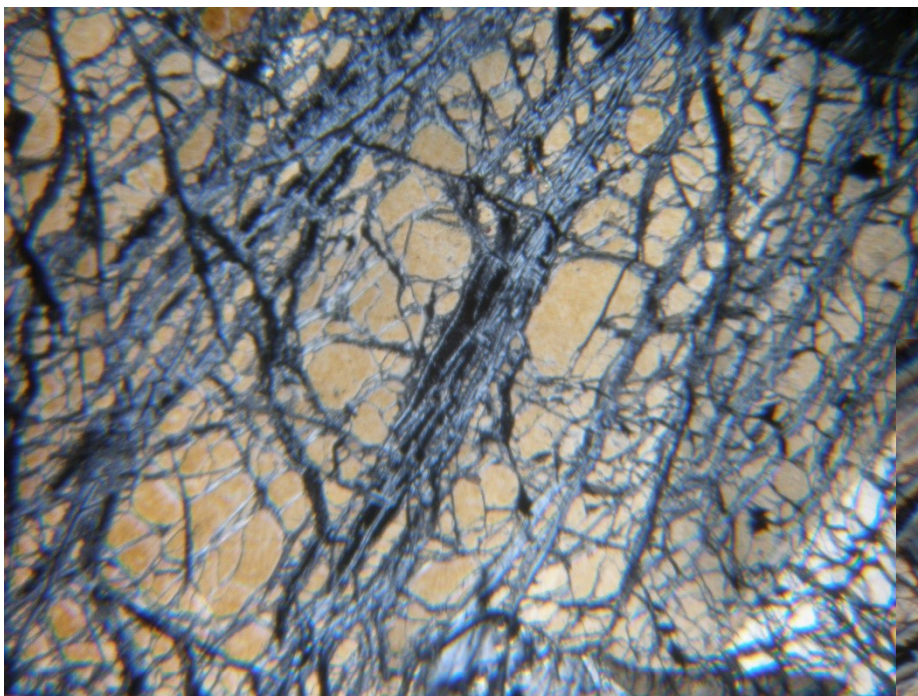
Фото Плечова П.Ю.



Аллотриоморфнозернистая



Хромшпинелид в дуните



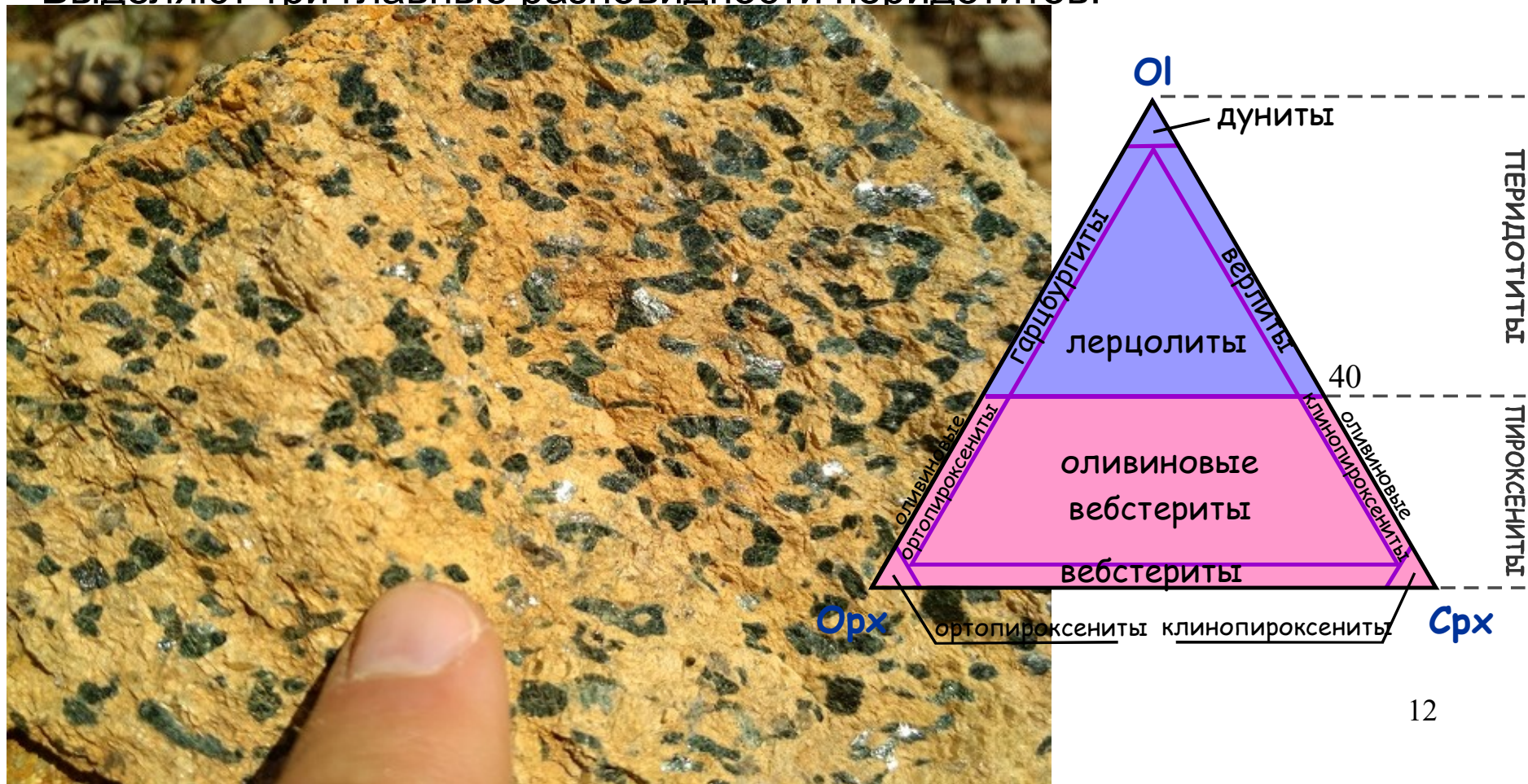
Оливин в дунитах, как правило, частично или полностью замещен вторичными минералами из группы серпентина.

Перидотиты

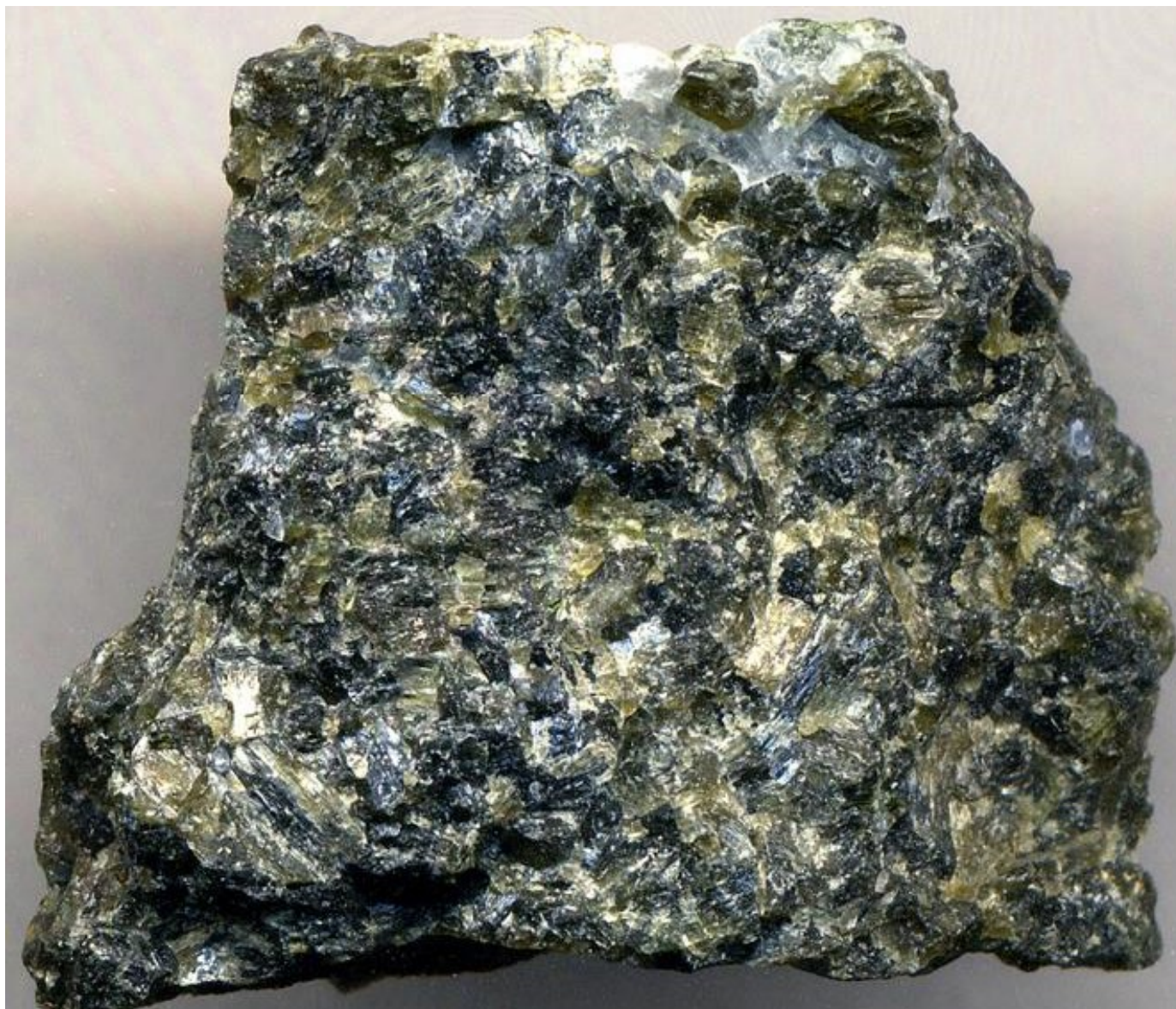
Главные минералы - магнезиальный оливин, слагающий от 90 до 40% объема породы, орто- и (или) клинопироксены. Второстепенные - плагиоклаз, шпинель или гранат.

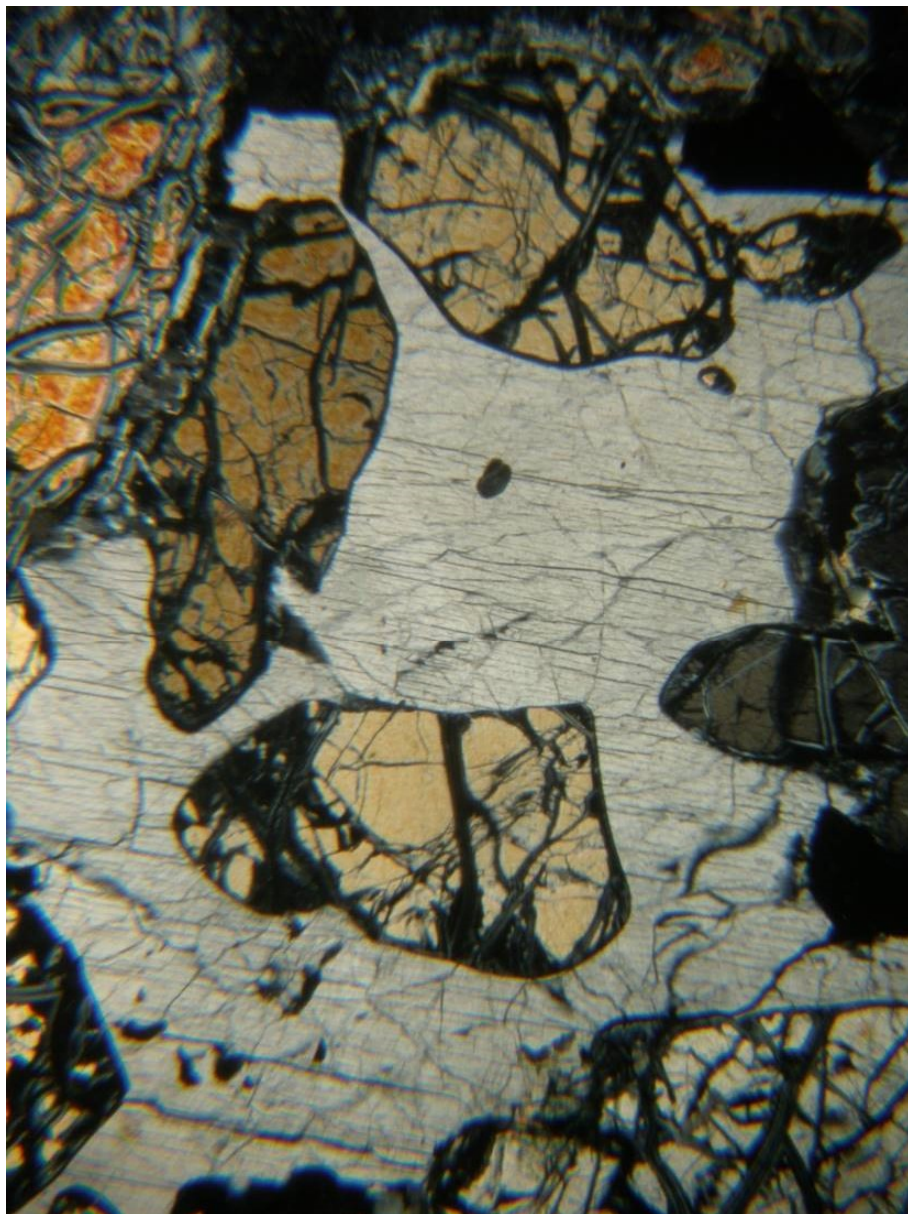
Вторичные минералы представлены серпентином, тальком, тремолитом, хлоритом, карбонатами.

Выделяют три главные разновидности перидотитов:

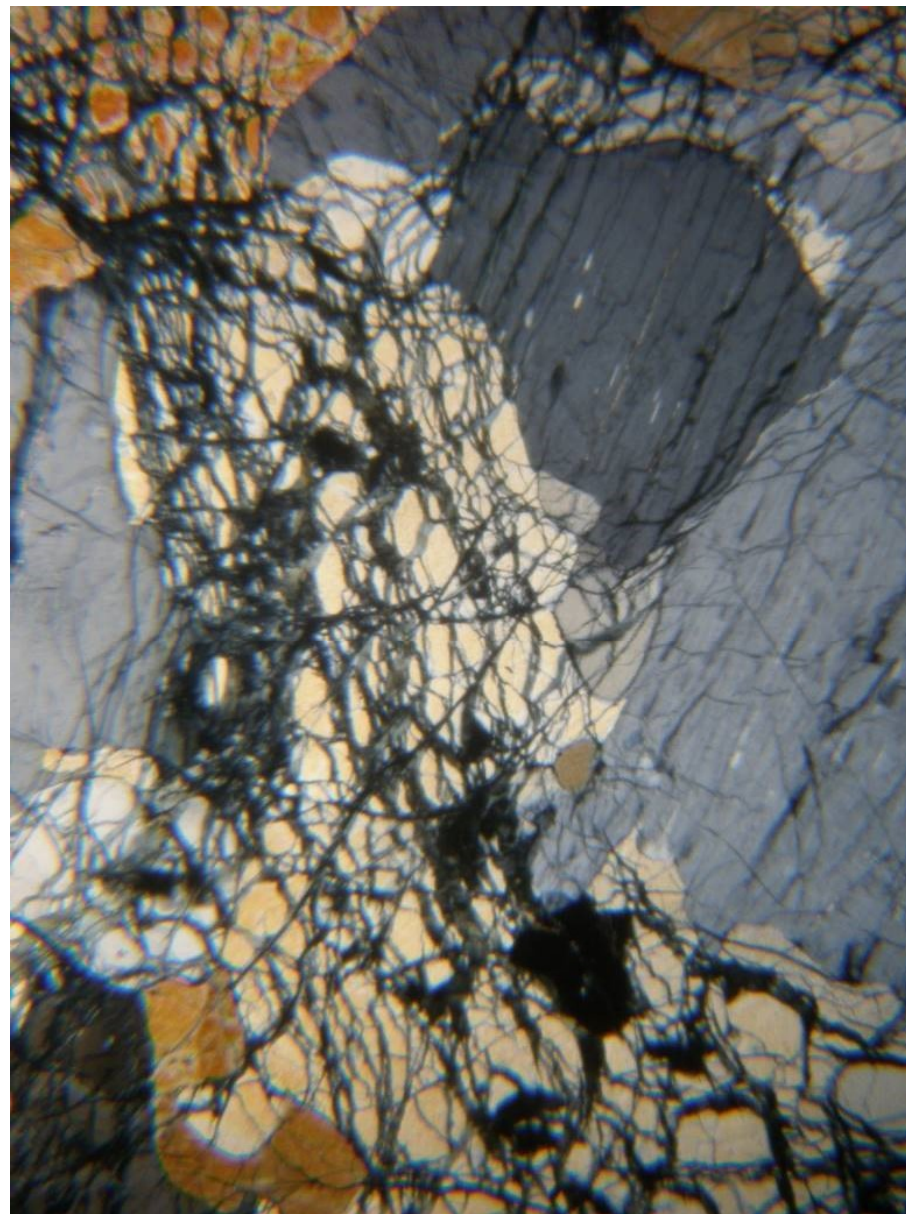


*гарцбургит (оливин + ортопироксен)
название по городу Гарцбург в Германии*





Структура – пойкилитовая,

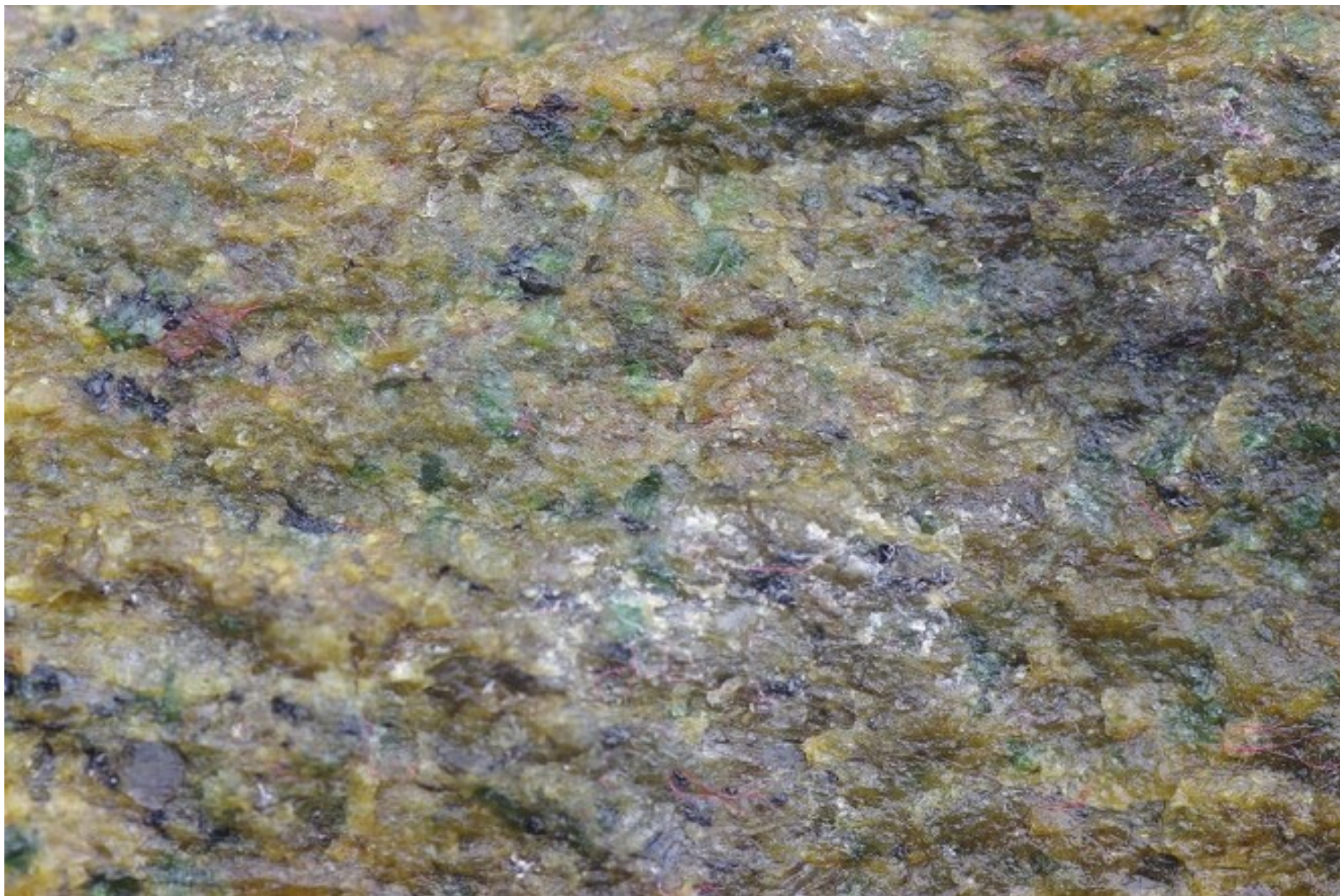


гипидиоморфнозернистая

лерцолит (оливин + ортопироксен + клинопироксен);
(название по породе из массива Лерц во Французских Пиренеях).



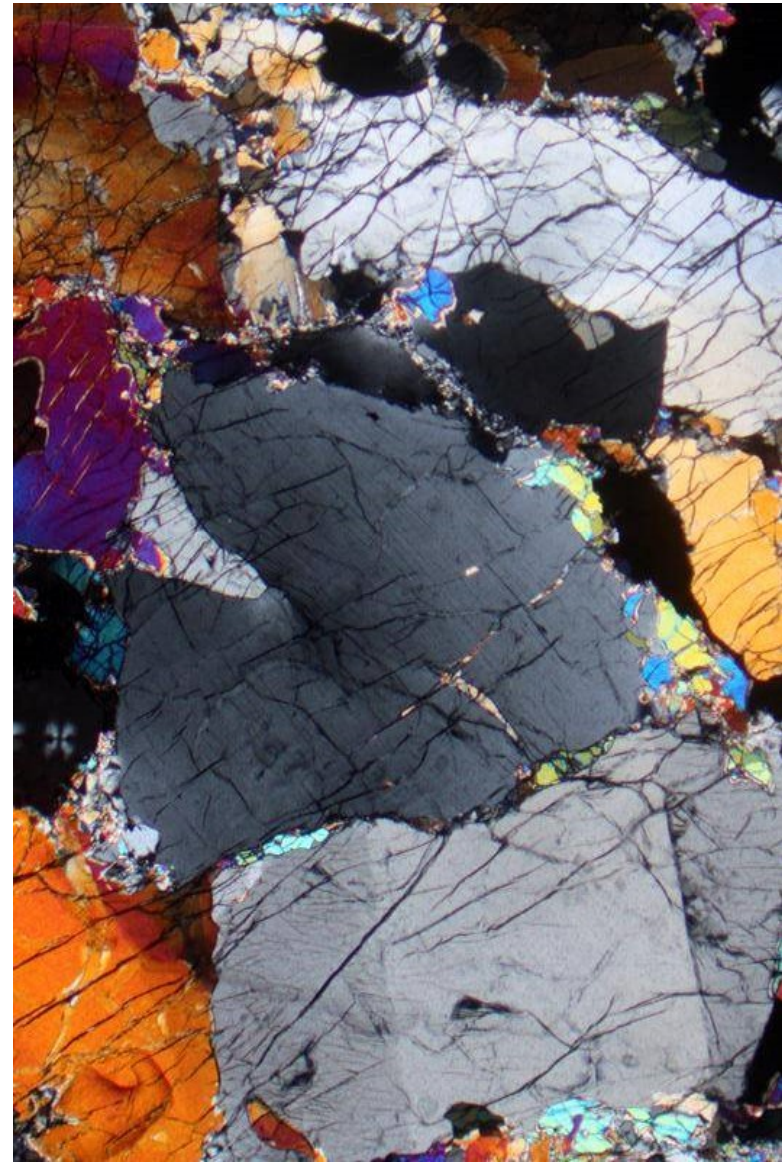
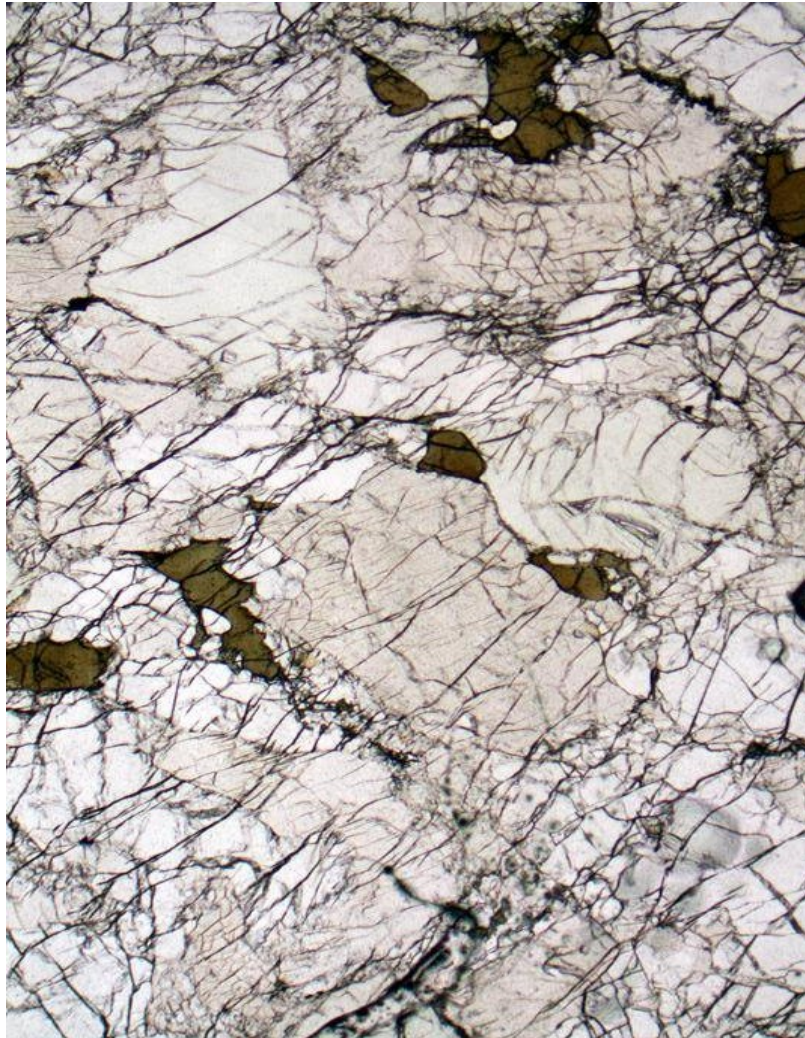
Массив и озеро Лерц



Лерцолит, фото образца

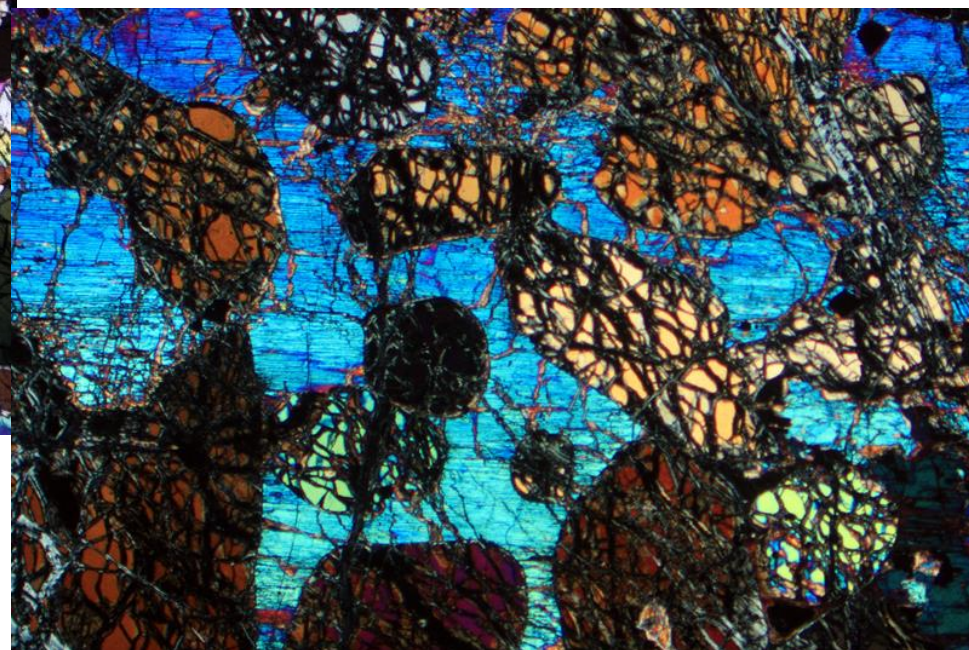
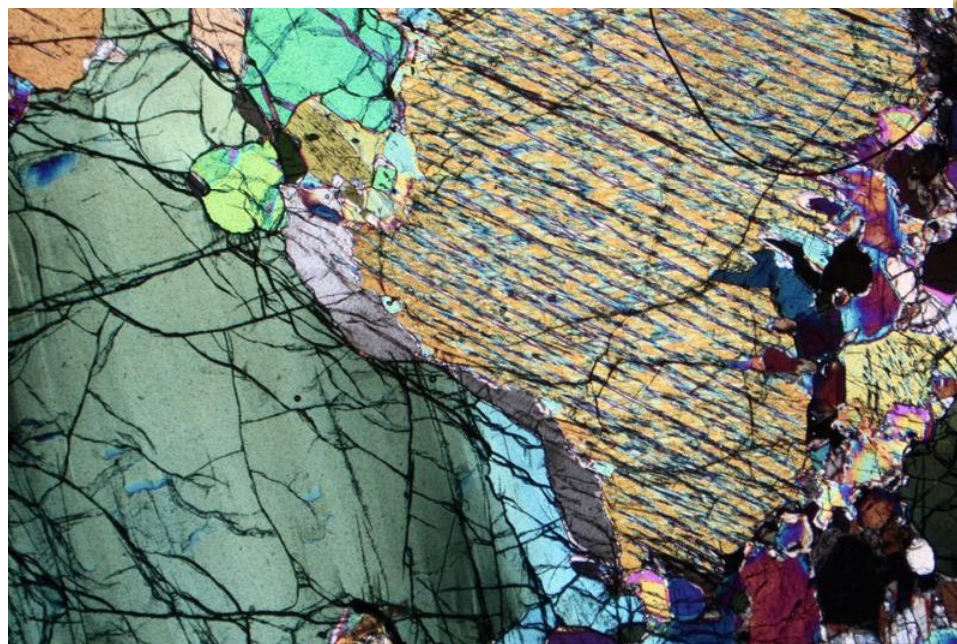


лерцолит (оливин + ортопироксен + клинопироксен),
Название дано по породе из массива Лерц во Французских Пиренеях.

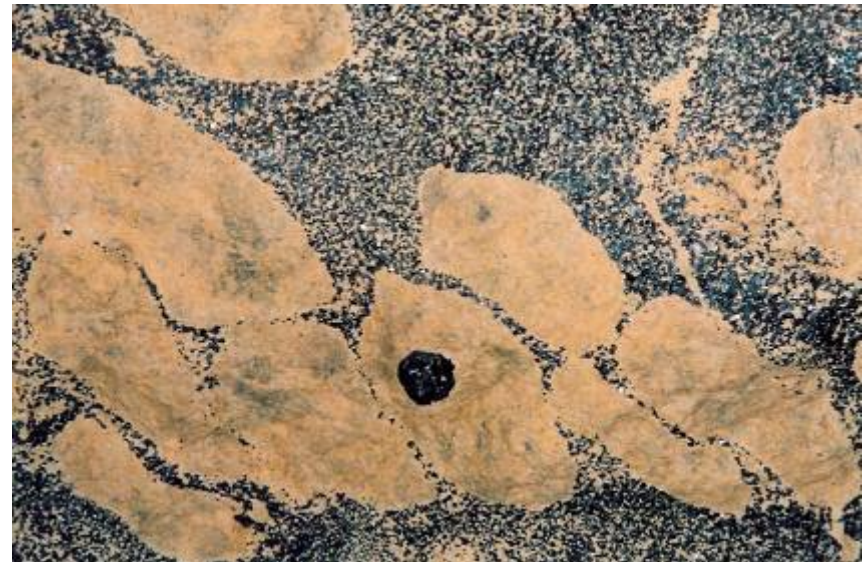


верлит (оливин + клинопироксен)

*Названы в честь химика Верле,
который впервые проанализировал
состав верлита из Венгрии.*



Layered and Nodular Chromitite



Классификация пироксенитов основана на количественных

соотношениях между ромбическим и моноклинным пироксенами:

ортопироксениты содержат не менее 90% ромбического пироксена,

клинопироксениты — не менее 90% моноклинного пироксена,

вебстериты состоят из орто- и клинопироксена.

Если пироксениты содержат более 10% оливина, то к их названиям добавляется слово «*оливиновый*»

Выделяют также *плагиоклазовые*, *шпинелевые*, *гранатовые* и др. пироксениты.



Классификация пироксенитов основана на количественных соотношениях между ромбическим и моноклинным пироксенами:

ортопироксениты содержат не менее 90% ромбического пироксена, *клинопироксениты* — не менее 90% моноклинного пироксена, *вебстериты* состоят из орто- и клинопироксена.

Если пироксениты содержат более 10% оливина, то к их названиям добавляется слово «*оливиновый*».

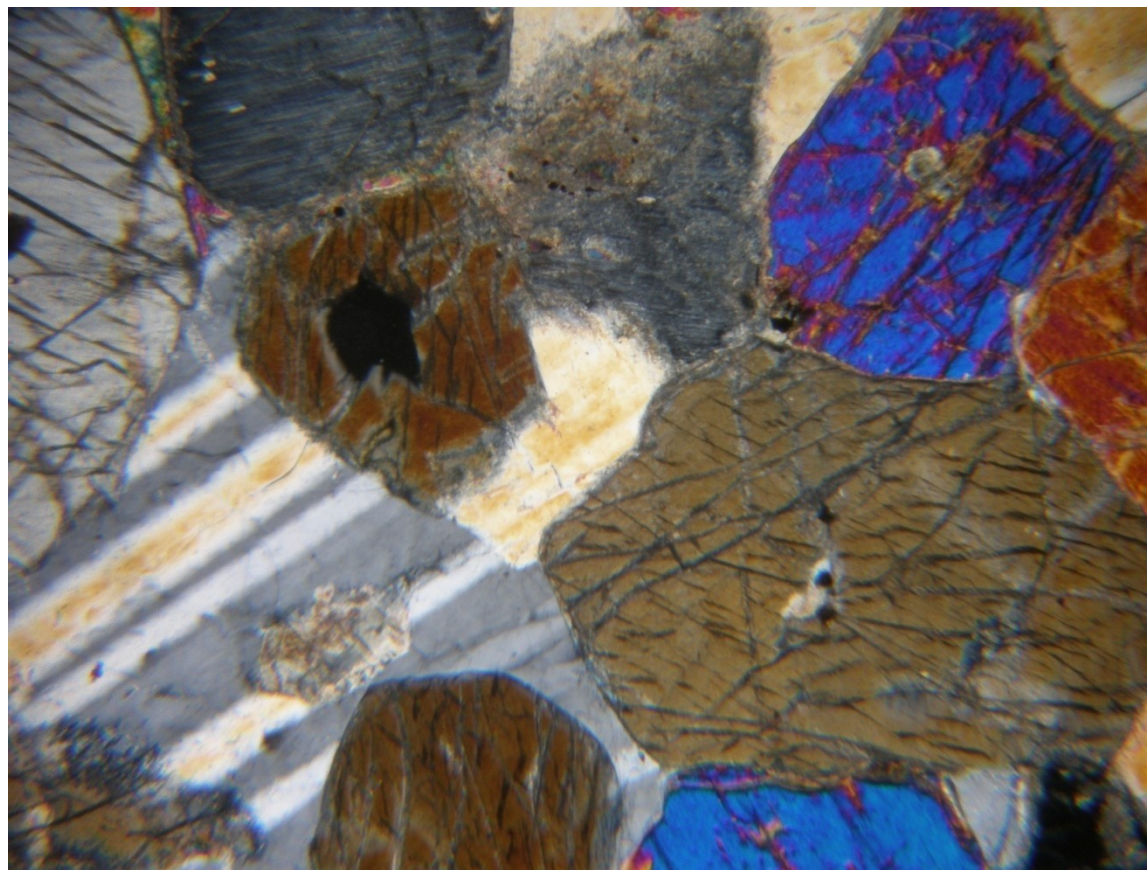
Выделяют также *плагиоклазовые*,

шпинелевые, гранатовые и др. пироксениты.

Вторичные минералы: серпентин (по магнезиальному ортопироксену и оливину), тремолит, актинолит, цоизит, эпидот, хлорит (главным образом, по клинопироксену).

Плагноклазовый ортопироксенит

структура гипидиоморфнозернистая



Ортопироксенит

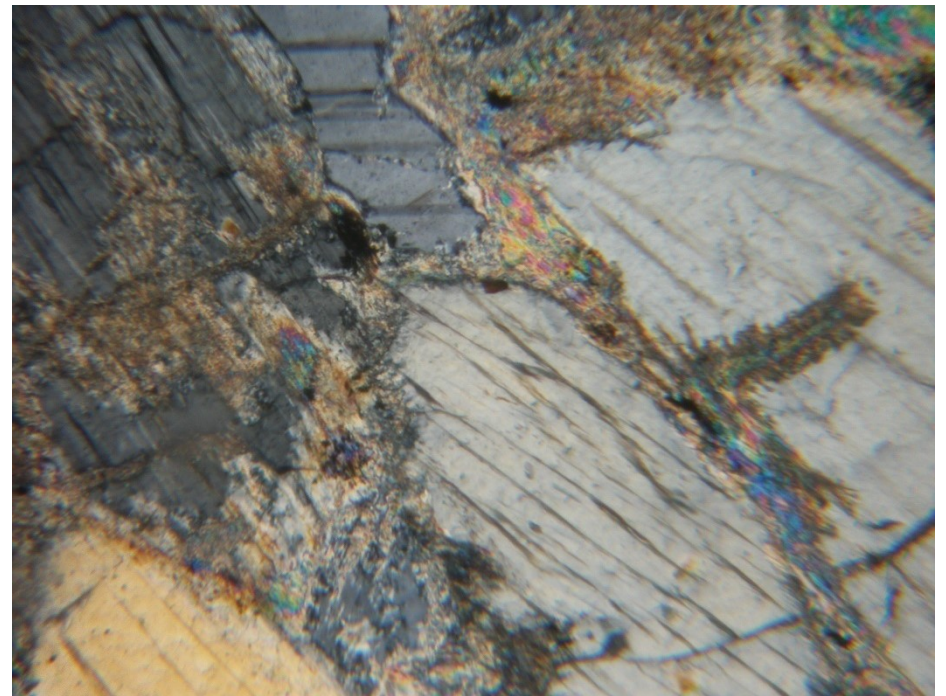
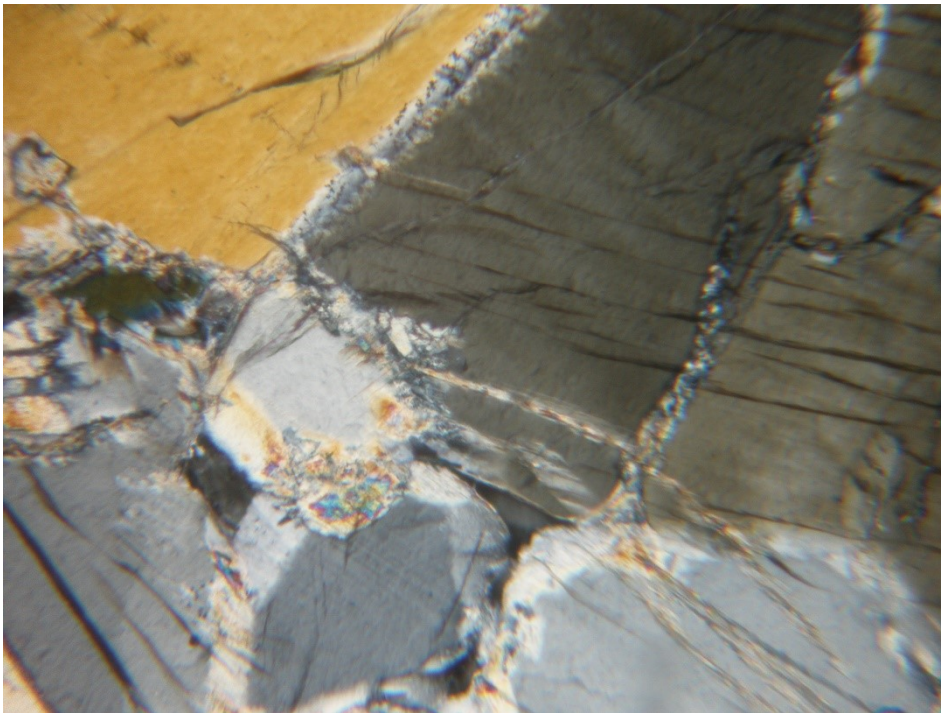
Структура –
панидиоморфно-
зернистая



Фото Плечова²⁴ П.Ю.

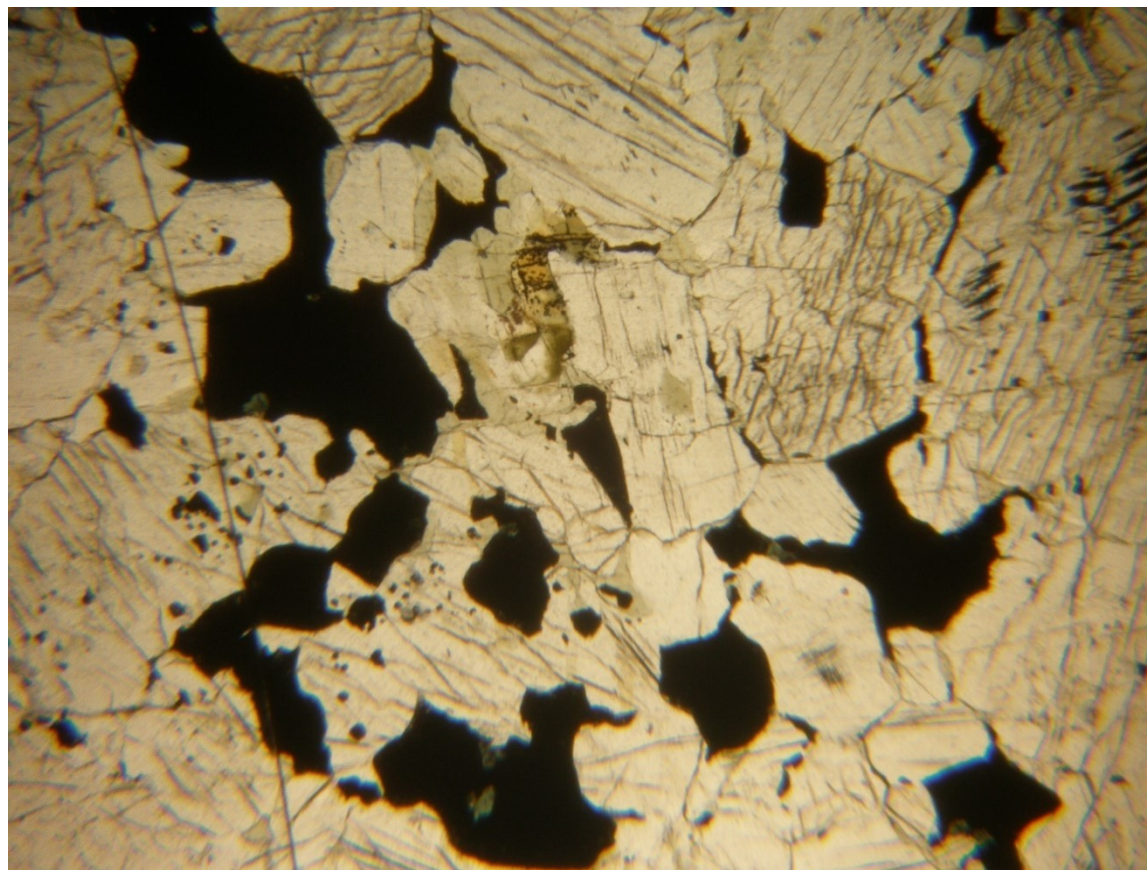
Ортопироксенит

По краям и трещинам ортопироксен замещается тальком



Рудный пироксенит (косьевит)

структура - гипидиоморфнозернистая



Перидотиты различаются по геологическому положению

- ❖ области дивергенции
 - перидотиты офиолитовых комплексов
 - морского дна
 - расслоенных комплексов (интрузивов)
- ❖ области конвергенции
 - надсубдукционные перидотиты (орогенные=альпинотипные)

Во всех обстановках, включая консолидированные области (кратоны), перидотиты могут находиться в виде ксенолитов в магмах.

по механизму образования

- ❖ кумулусные – дифференциаты исходной магмы
- ❖ реститовые – остаточные породы после выплавления базальтов (габбро)
- ❖ метасоматизированные.

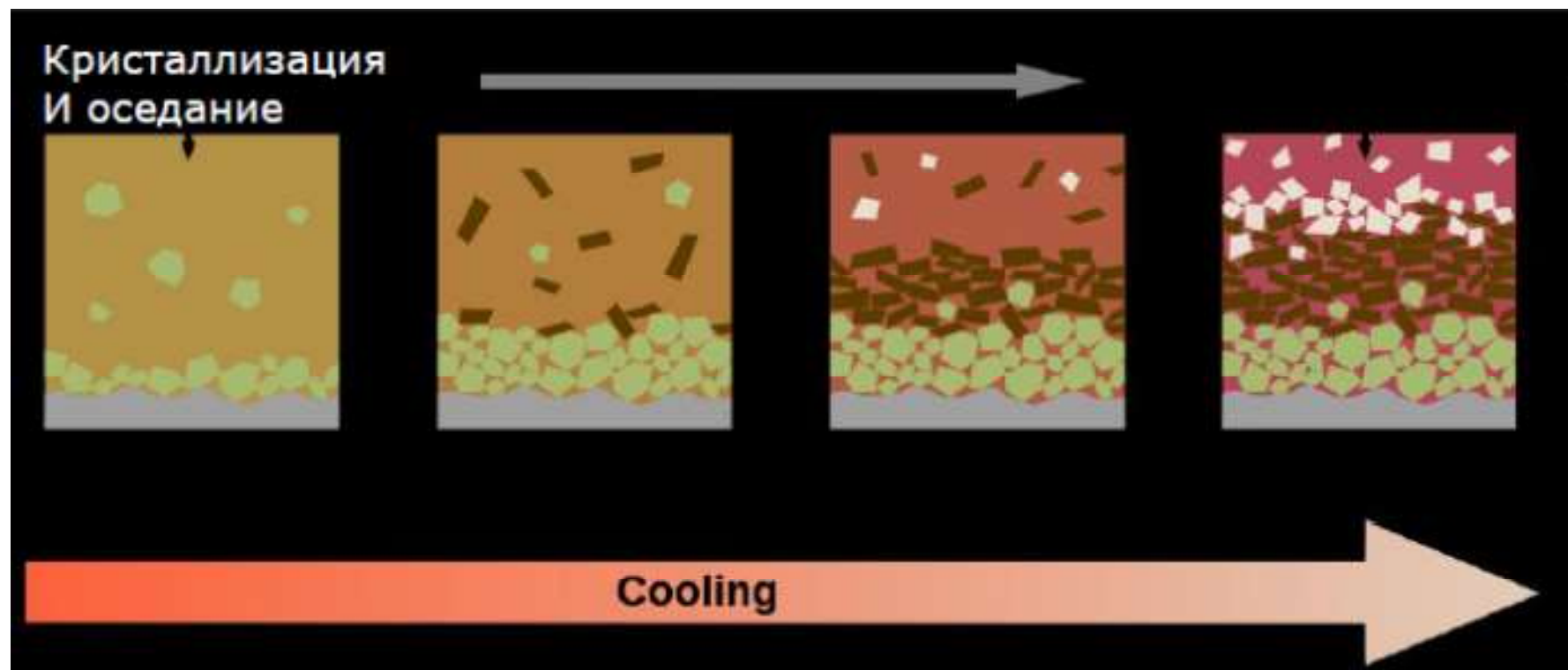
Кумулусные перидотиты

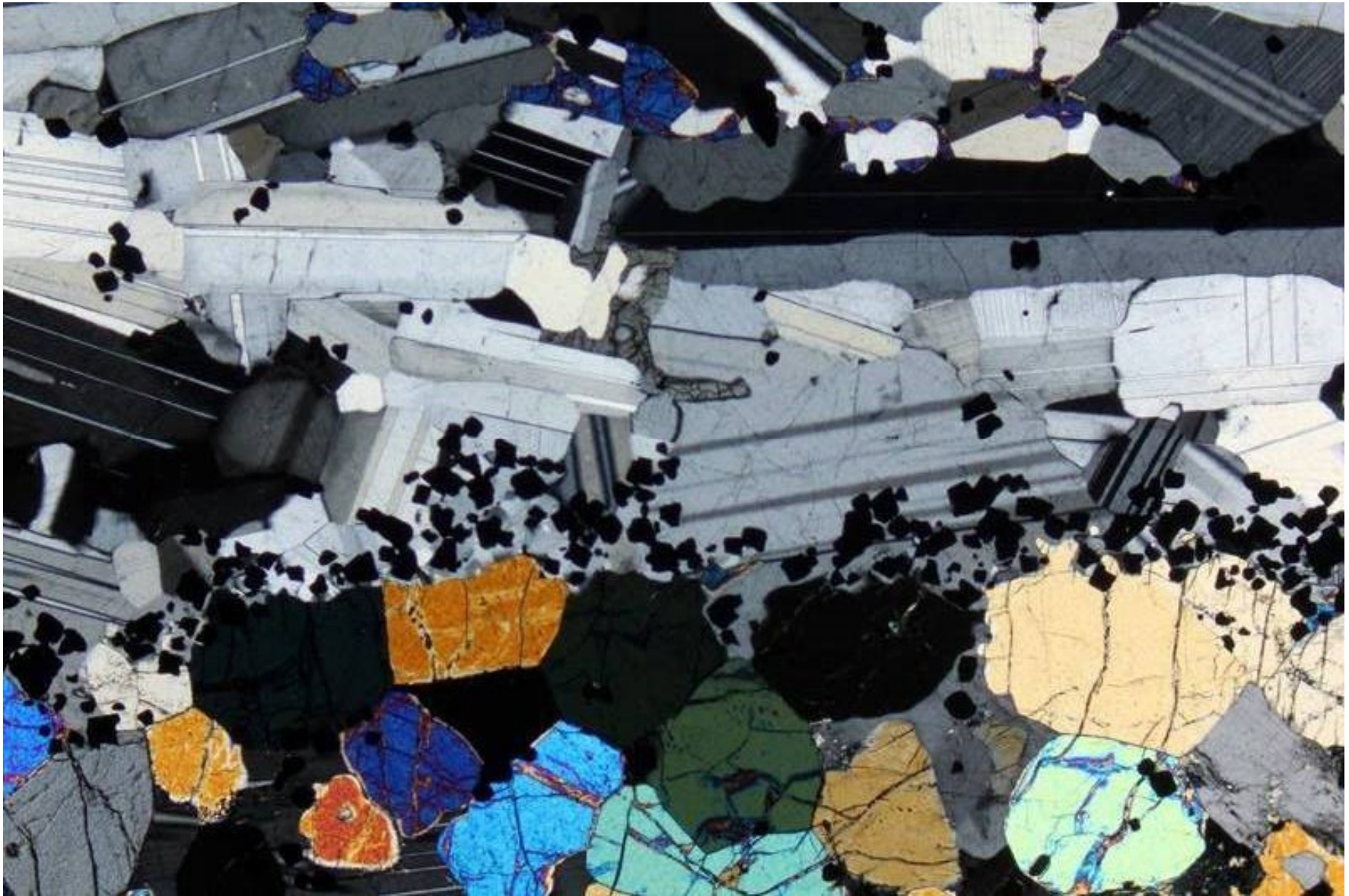
Кумулус – результат осаждения (всплывания) кристаллов в магме

Интеркумулус – пространство между зернами минералов кумулуса, заполненное (интеркумулусным) расплавом

Кумулат – порода, представляющая продукт затвердевания магматического осадка после полной кристаллизации интеркумулусной жидкости

Где встречаются? в офиолитах; в расслоенных комплексах



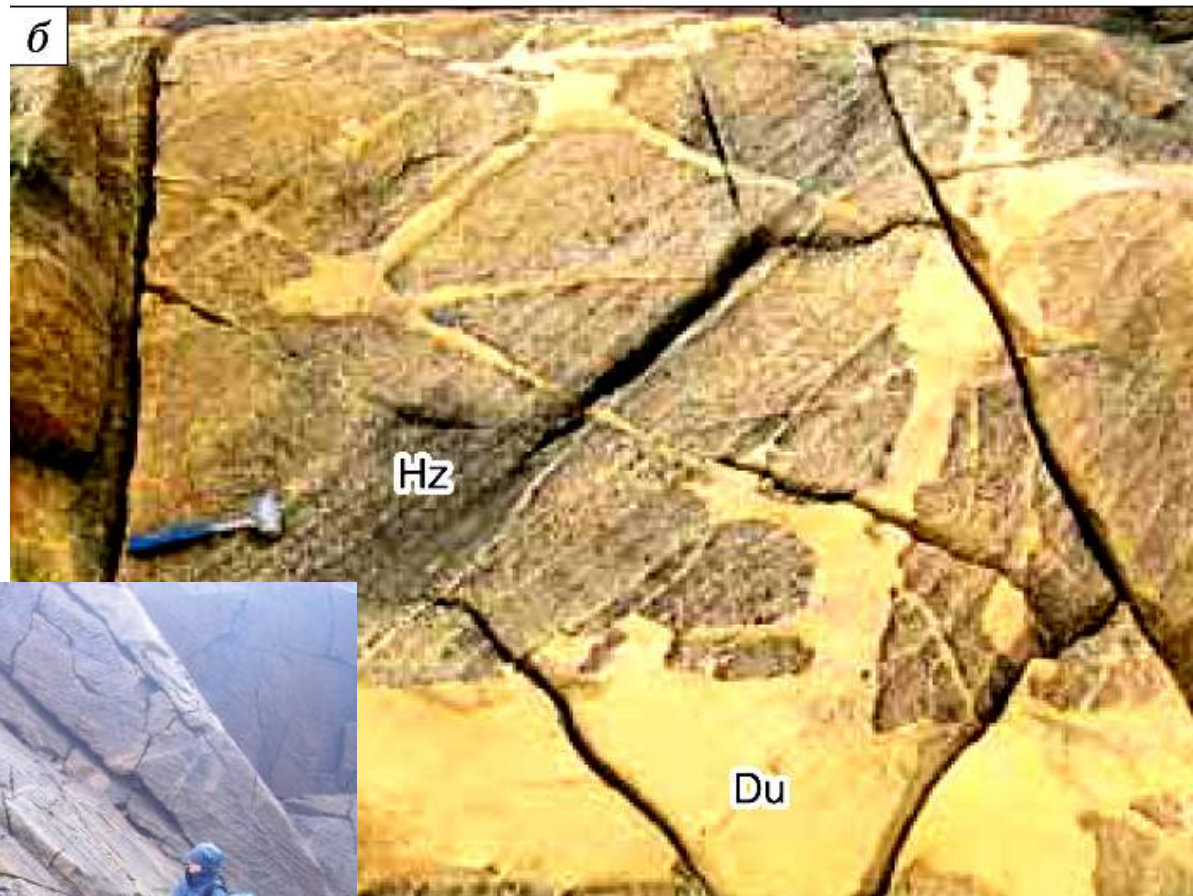


Реститогенные перидотиты Степень плавления мантии неодинакова. В результате формируется очень неоднородная по хим. составу мантия.

Где встречаются? в офиолитах; в перидотитах морского дна

Метасоматизированные перидотиты Где встречаются? В офиолитах.

Серия дунитовых жил образуется в результате миграции через гарцбургит флюида или расплава, выносящего компоненты габброида (базальта).



Гарцбургит с реститовыми жилами дунита.
Войкарский массив, Урал (Батанова,
Савельева, 2009)

Эффузивные породы

КОМАТИИТ	ПИКРИТ	МЕЙМЕЧИТ
----------	--------	----------

Семейство пикритов

Пикрит - picrite (горький – греч.) Термин предложен Чермаком в 1866 г. для обозначения эффузивных аналогов перидотитов.

Обобщающий термин для ультраосновных вулканических пород с $\text{SiO}_2 < 45 \%$, суммой щелочей $< 2 \%$ и $\text{MgO} > 18 \%$

Меймечит (meimechite) - ультраосновная вулканическая порода, содержащая оливиновые фенокристы в основной массе из оливина, клинопироксена, магнетета и стекла. Предложен В.Н. Котульским в 1940 году для вулканитов реки Меймеча Сибирский кратон.

Коматиит (komatiite) - введен в петрологическую литературу братьями М. и Р. Вильён в 1969 году для обозначения высокомагнезиальных вулканических пород архея. Название дано по реке Комати провинция Бабертон (Ю.Африка).

Эффузивные породы ультраосновного состава

КОМАТИИТ	ПИКРИТ
----------	--------

TAS диаграмма для вулканических пород



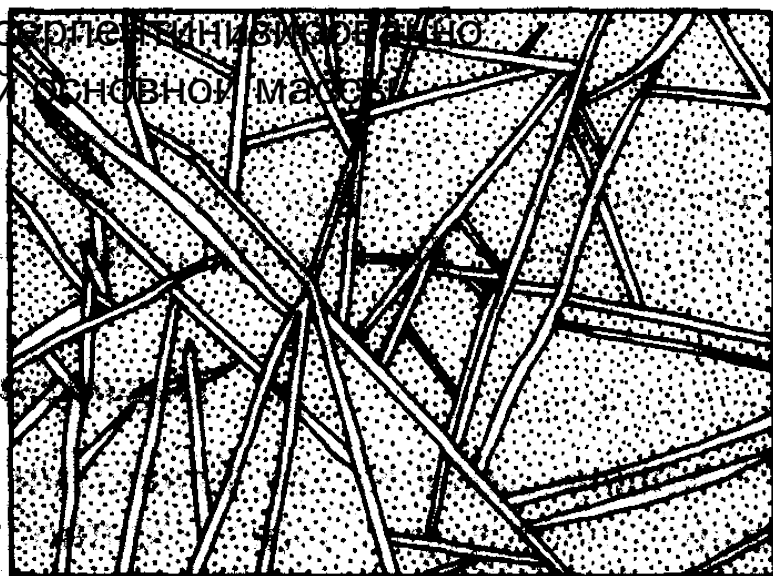
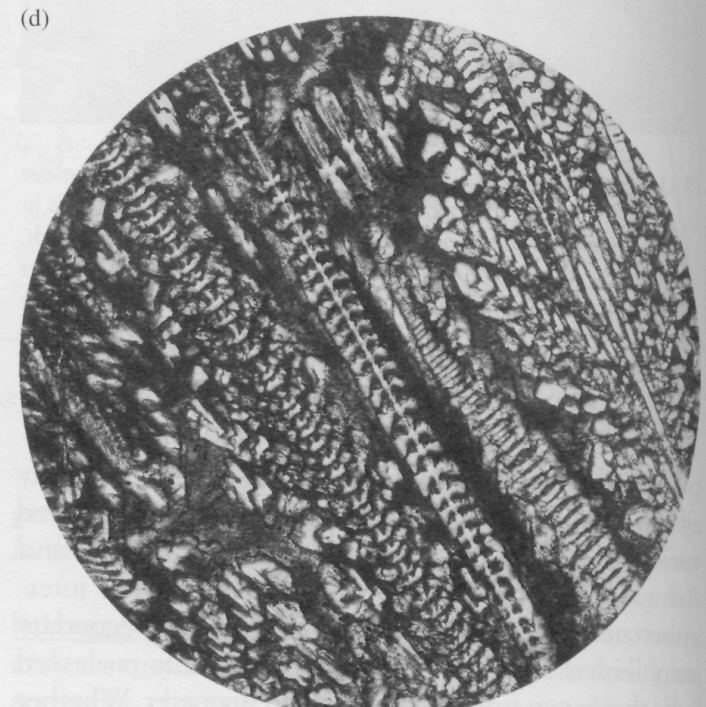
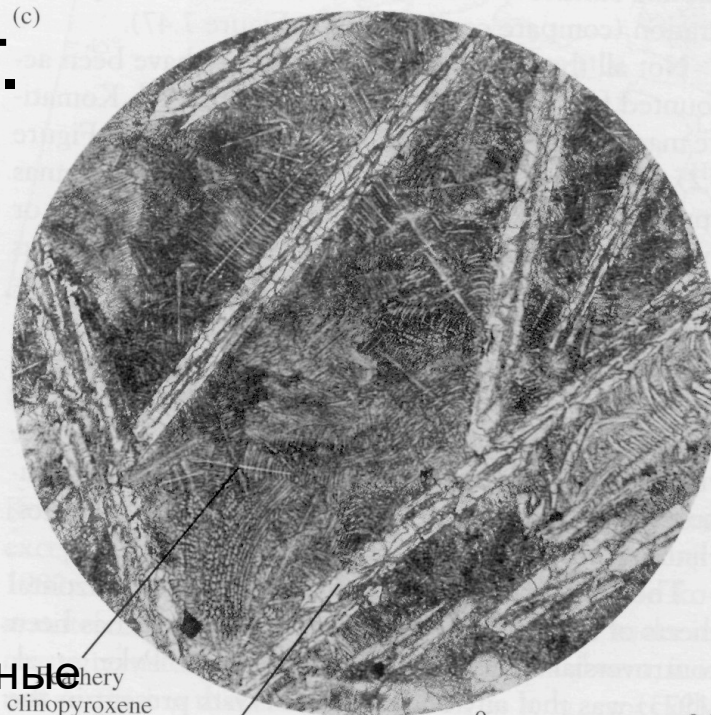
Коматиит.

название дано по первой находке в районе реки Комати, нагорье Барбертон в Южной Африке.

Структура спинифекс.

Вытянутые скелетные кристаллы оливина на фоне

серпентинизированной основной массы



(по названию австралийского пустынного растения *Triodia spinifex* с игольчатыми листьями) - результат быстрой закалки расплава.



Triodia spinifex

Пикрит

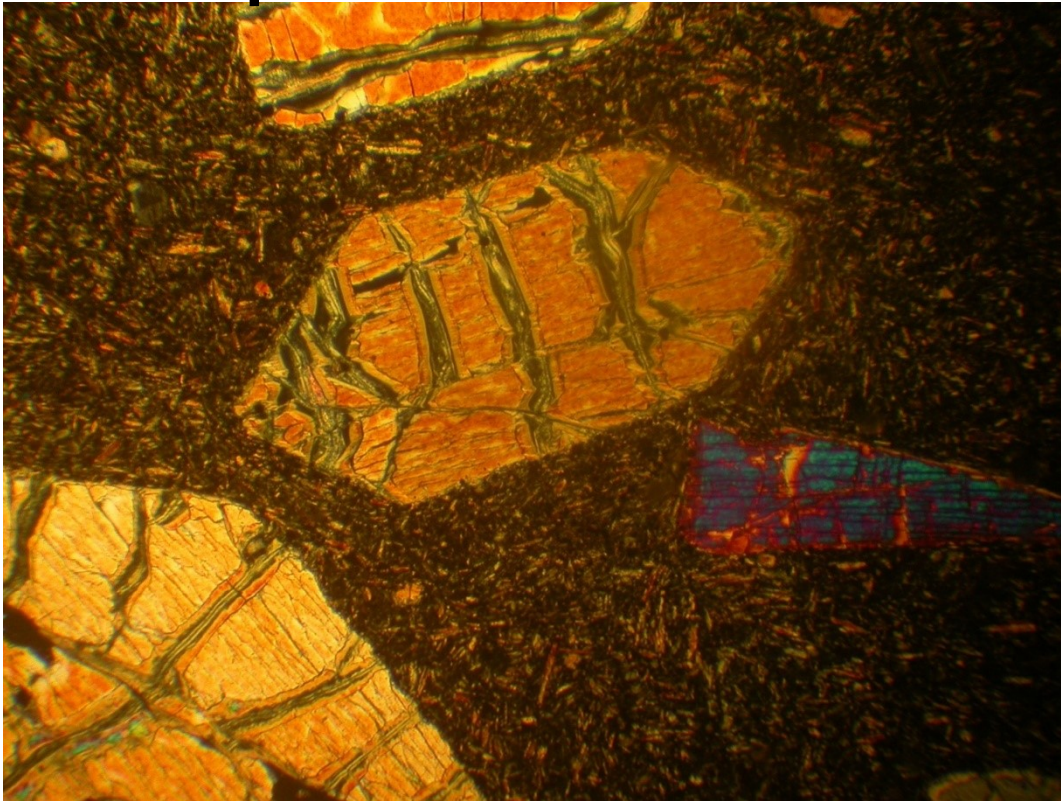


Фото Плечова П.Ю.

Вкрапл.: Ol 20 - 70, Срх 0 - 30,
Ньл 0 -10
Осн. масса: Срх,
Ol 0 - 5, Pl 0 - 20,
Mt, стекло

Отличия от коматиитов

структурное:

нет спинифекса

минералогическое: есть
вкрапленники Срх и Am

геохимическое (меньше Mg,
больше Ca, Al)

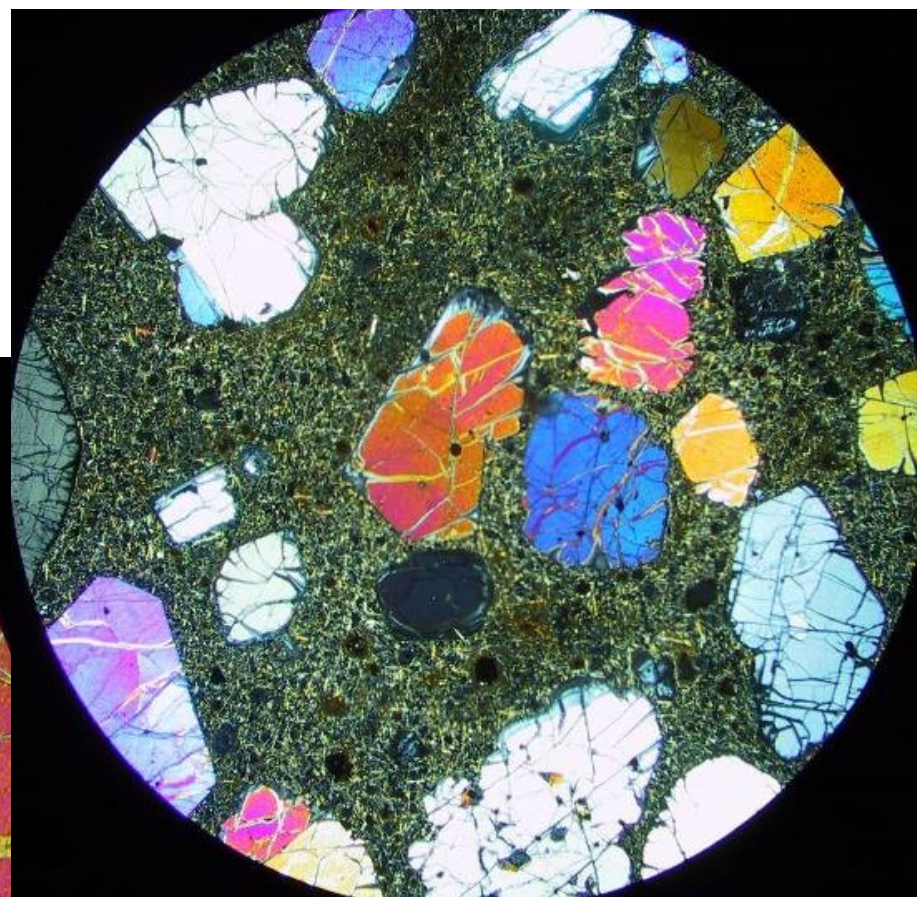
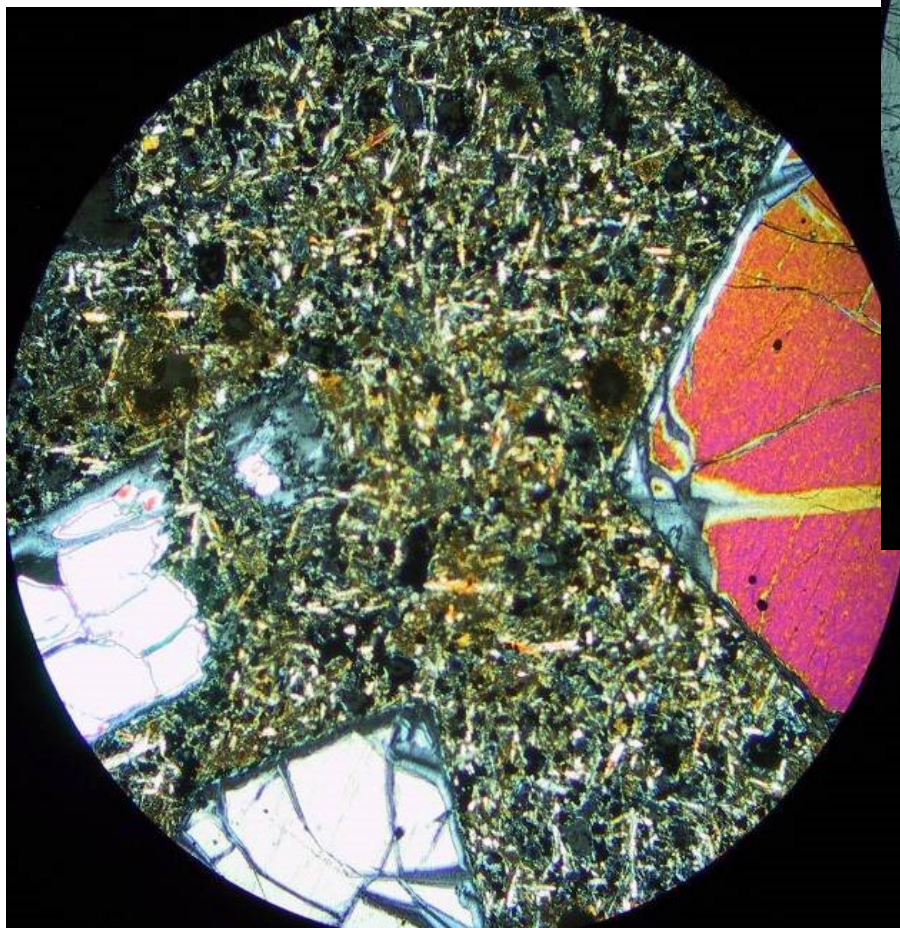
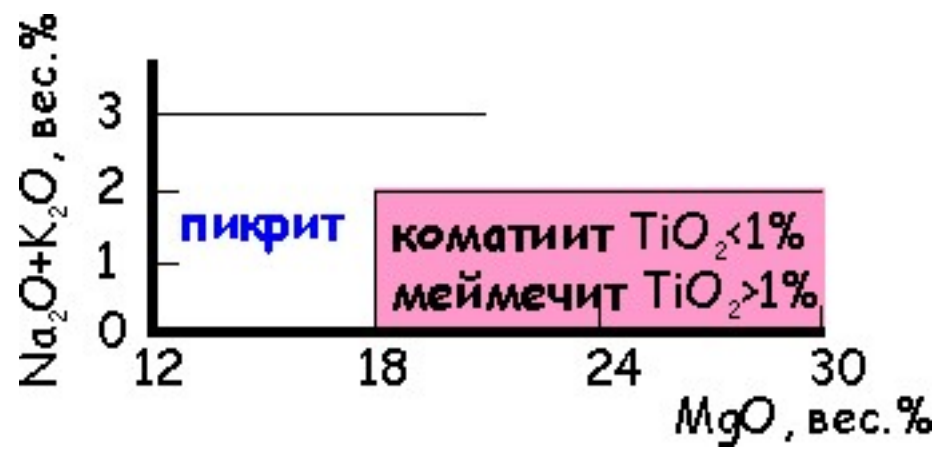
Меймечит

В отличии от пикритов для меймечитов характерно отсутствие модального Pl, чрезвычайная обогащенность вкрапленниками Ol, кроме того, моноклинный пироксен меймечитов – титанистый авгит, что петрографически выражается в его розоватой окраске. Меймечит обогащен титансодержащими рудными минералами

Структура меймечитов оливинофировая, часто обильные заполненные серпентином крупные миндалины. Структура OM – апогиалиновая, гиалопелитовая, по стеклу развивается серпентин.

Меймечит

- вулканическая порода ультраосновного состава нормального ряда из семейства пикритов, сложенная вкрапленниками оливина (20-75%), иногда хромита в основной массе из клинопироксена, магнетита и стекла (обычно сильно разложённого), в некоторых случаях с небольшим количеством оливина и флогопита.

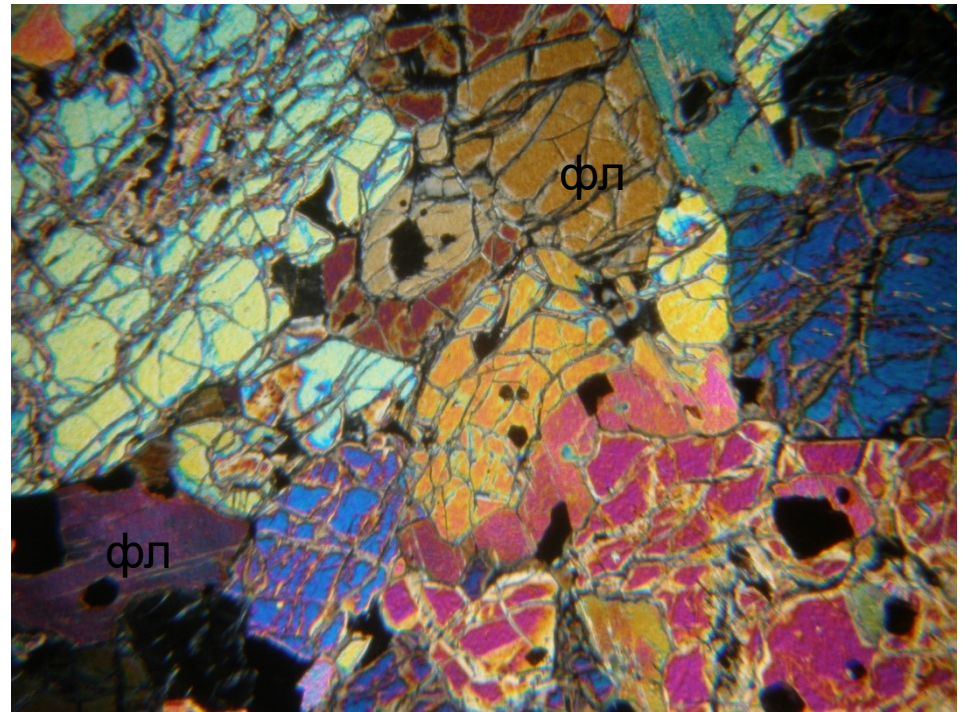
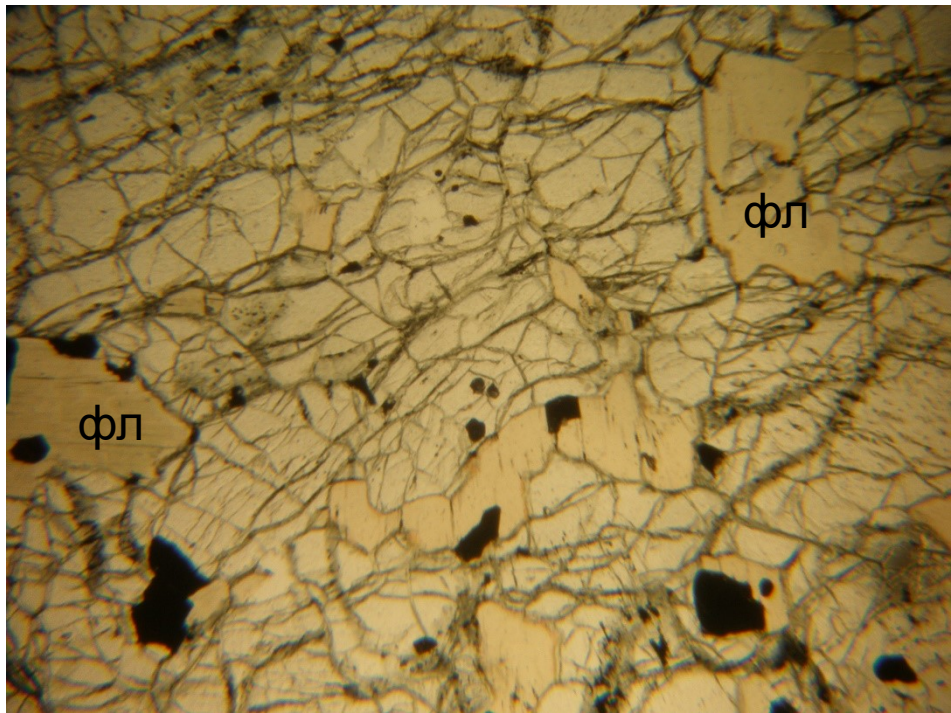


УЛЬТРАМАФИТЫ СУБЩЕЛОЧНЫЕ

отличаются повышенными содержаниями титана, калия, фосфора, которые заключены в ильмените, флогопите, апатите и некоторых других минералах

Петрохимический ряд	Семейство	Главные минералы	Породы плутонического облика	Породы эффузивного облика
Умереннощелочной (субщелочной)	Флогопит-оливиновых пород	Phl, Ol, $\pm$ (Cpx, Amph)	Слюдяной перидотит	Кимберлит Оливиновый лампроит

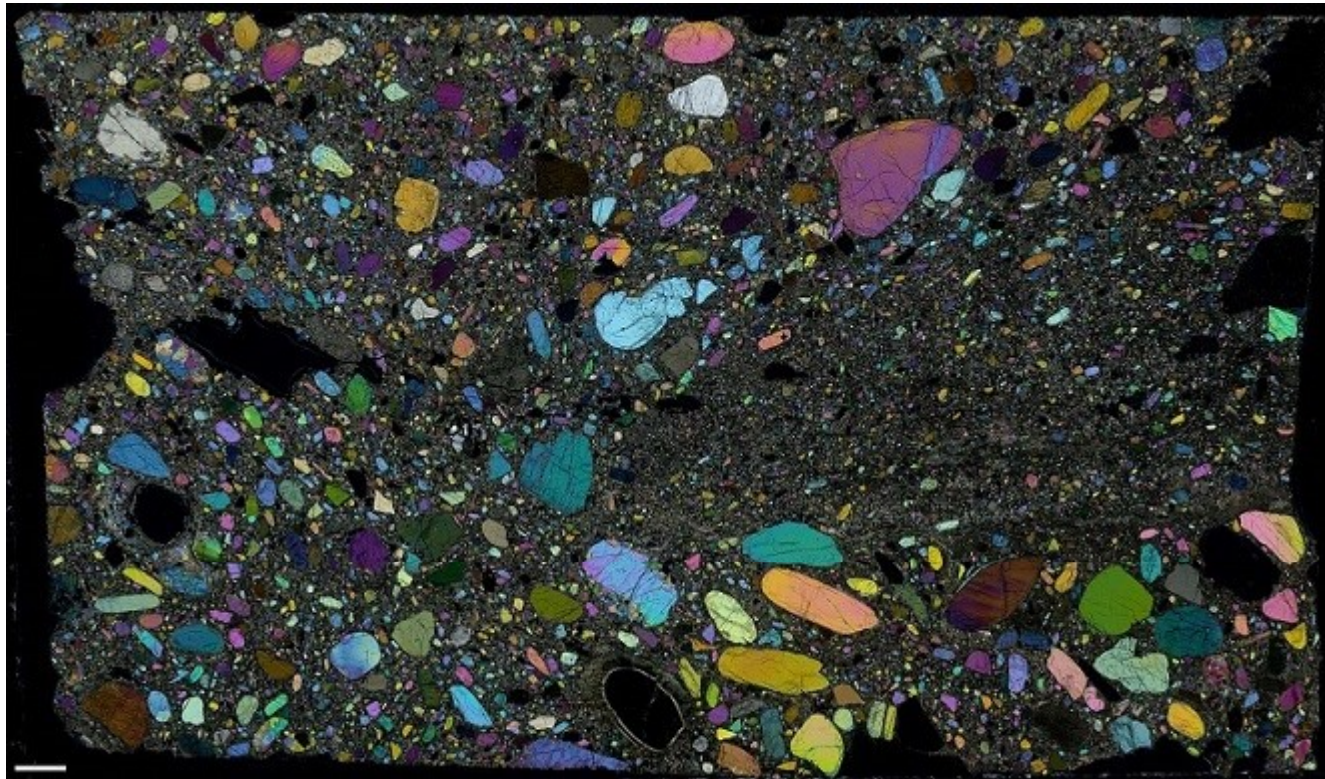
Флогопитовый перидотит



Кимберлит



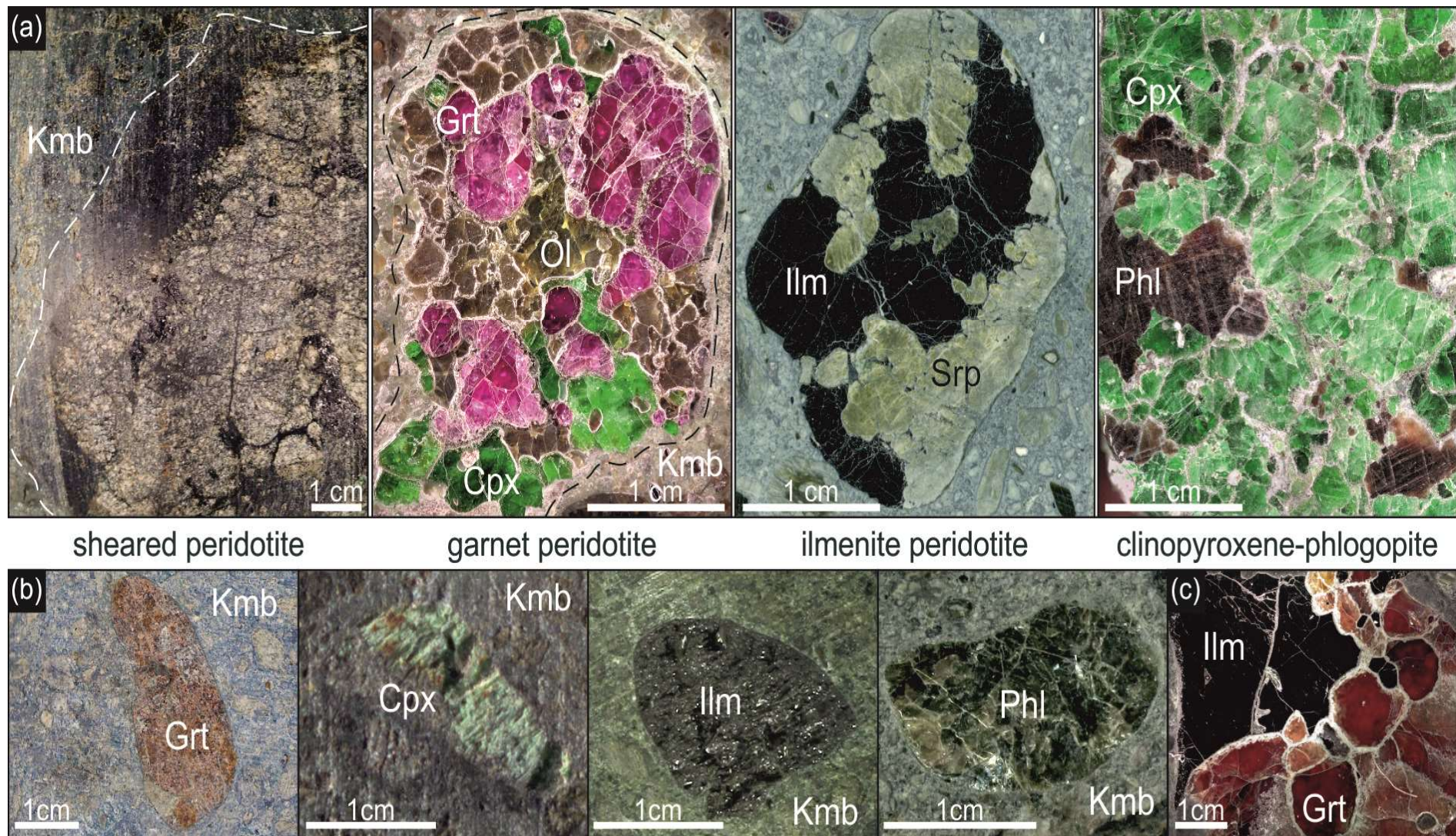
Кимберлит



длина поля
зрения 2,5см

- Вкрапленники магнезиального оливина и флогопита, орто- и клинопироксена, пиропового граната, пикроильменита погружены в тонкозернистую основную массу, состоящую из вторичных минералов: карбоната, серпентина, хлорита.

В кимберлитах заключены многочисленные обломки пород размером от нескольких см до 0.3—1.0 м, вынесенные магмой с разных глубин. Самые глубинные включения, представленные гранатовыми перидотитами, пироксенитами, дунитами, эклогитами, характеризуют состав верхней мантии. При дезинтеграции таких включений образовались отдельные зерна оливина, пироксена, граната размером до 2—5 мм.







Кимберлит.

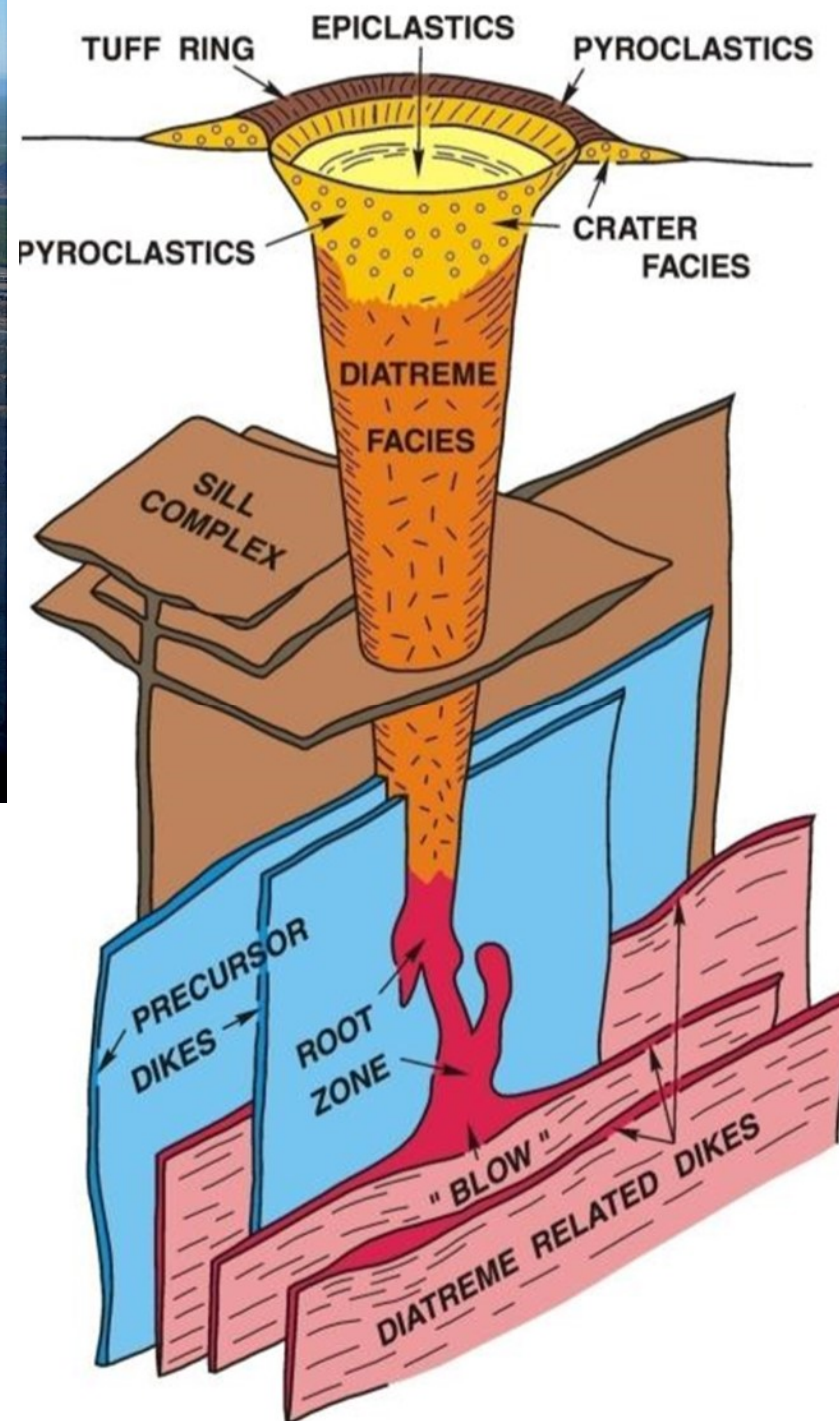
В некоторых перидотитовых и эклогитовых включениях обнаружен алмаз.

Изолированные кристаллы алмаза в кимберлитах также имеют ксеногенную природу и первоначально содержались в перидотитах и эклогитах верхней мантии.

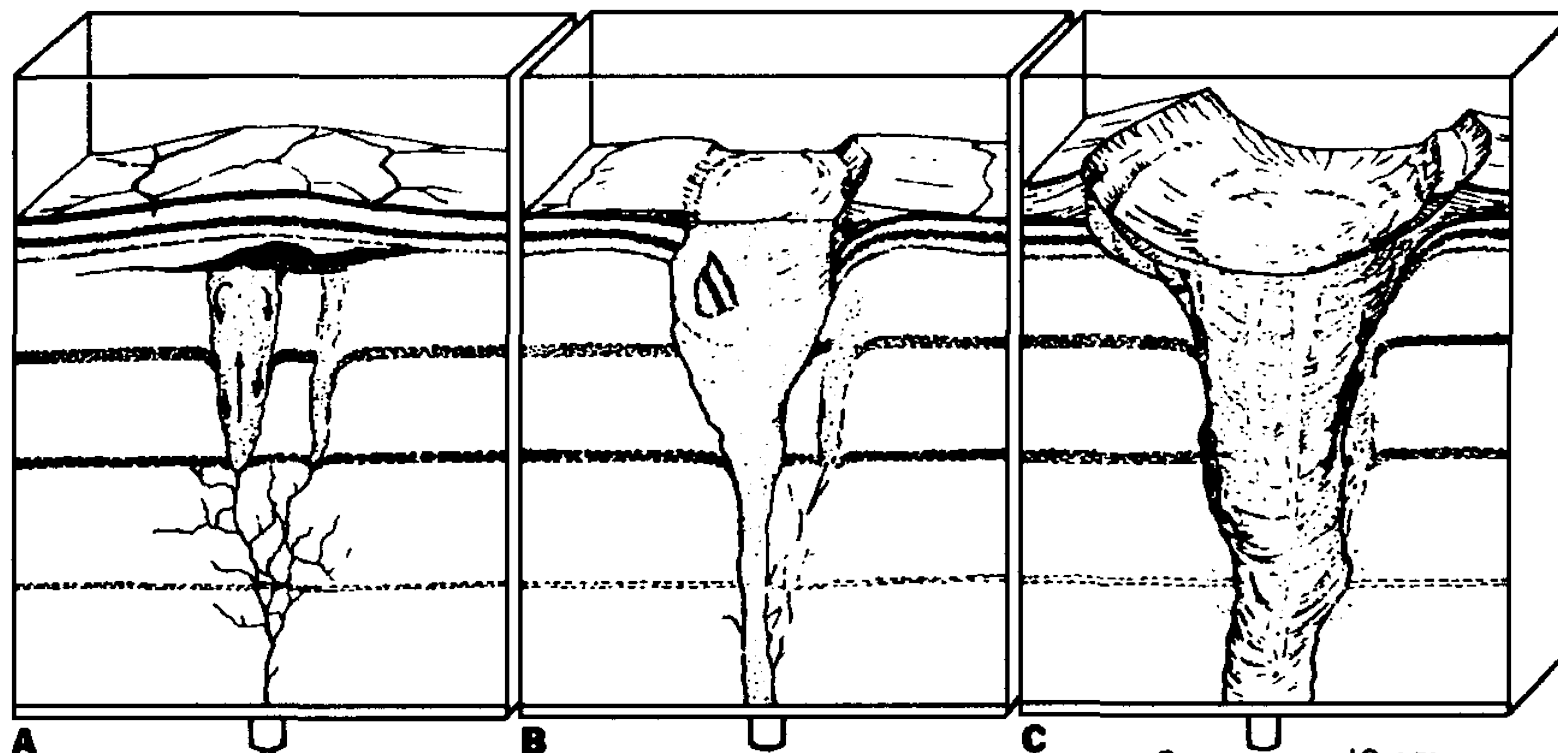




Поперечник верхней части трубок варьирует от 20—30 до 1000—1500 м, составляя в среднем 200—600 м. Вертикальная протяженность трубок достигает 2.5 км; на глубине диатремы сменяются дайками.



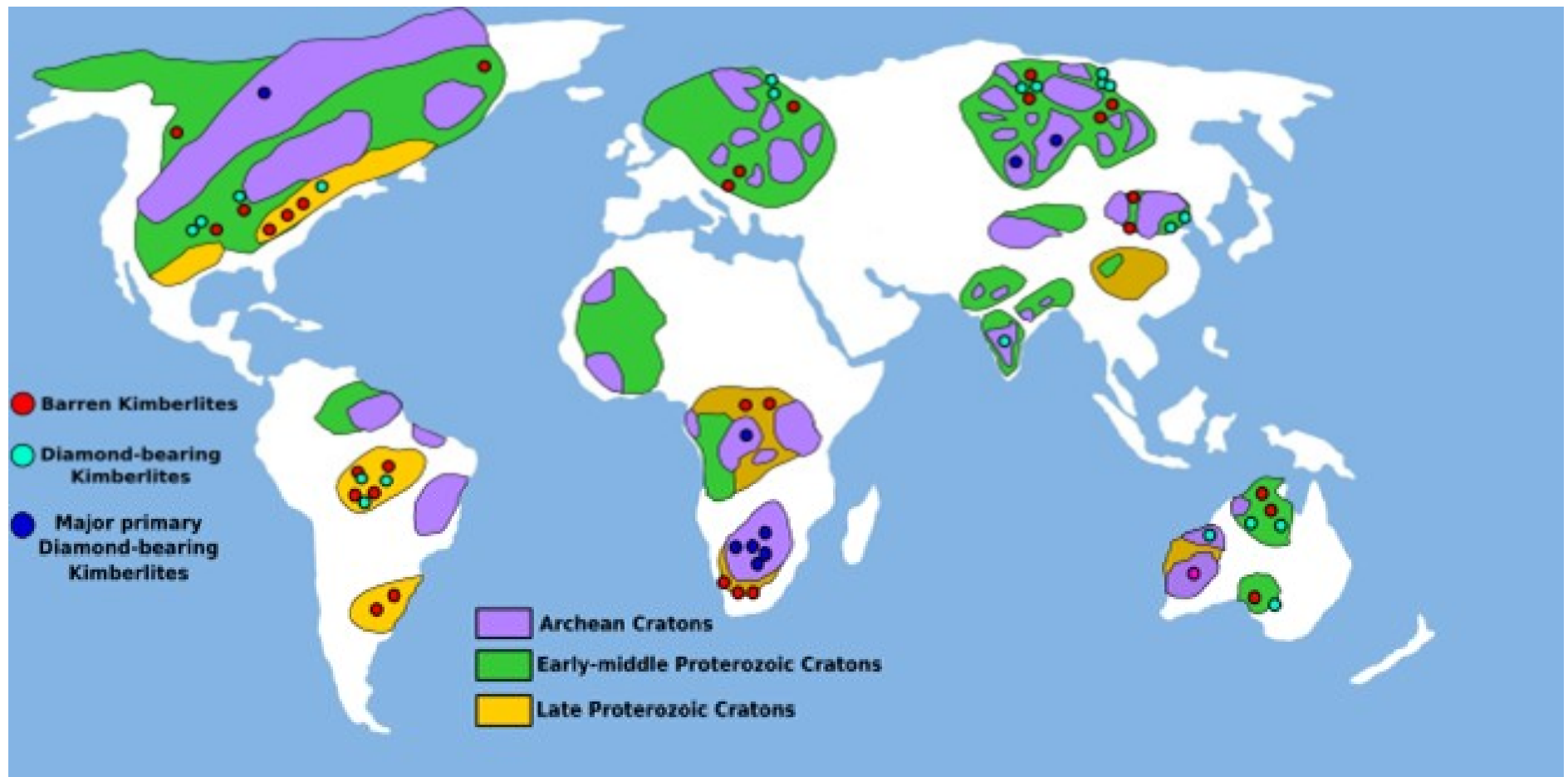
Источники кимберлитовых расплавов находятся в верхней мантии на глубине 150—250 км. Кимберлитовая магма была обогащена водой и углекислотой. Устремляясь к поверхности, она увлекала обломки окружающих пород, в том числе алмазоносных перидотитов и эклогитов.



На малых глубинах вследствие выделения газообразных H_2O и CO_2 происходило спонтанное расширение кимберлитовой массы, которая прорываясь к поверхности, образуя трубки взрыва. Под влиянием водно-углекислого флюида кимберлиты испытывали серпентинизацию, карбонатизацию и другие низкотемпературные изменения.

ЛАМПРОИТ.

Отличительным признаком лампроитов является отсутствие или очень малое количество карбоната, а также появление минералов, особенно богатых титаном, калием и барием. В частности, характерны своеобразные акцессорные минералы: прайдерит $(\text{K}, \text{Ba})_{1.3}(\text{Ti}, \text{Fe})_8\text{O}_{16}$, джеппеит $(\text{K}, \text{Ba})_2(\text{Ti}, \text{Fe})_6\text{O}_{13}$, вэйдит $\text{Zr}_2\text{K}_4\text{Si}_6\text{O}_{18}$. Флогопит лампроитов, кроме высокого содержания титана, отличается повышенными концентрациями фтора. Алмазы из лампроитов и кимберлитов сходны; те и другие несут признаки ксеногенного происхождения.



УЛЬТРАОСНОВНЫЕ ЩЕЛОЧНЫЕ

$\text{SiO}_2\%$	34- 46
$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}\%$	<20
$\text{MgO}\%$	1-22

Петро- химичес- кий ряд	Семейство	Главные минералы	Породы плутонического облика	Породы эффузивного облика
Высоко- щелочной	Кальсилито- вых пород	Kls, Cpx, O1		Оливиновый ме- лакальситит (мафурит)
	Лейцит-пи- роксеновых пород	Lc, ±Ne, Cpx, ±O1	Миссурит	Лейцитит
	Нефелин- пироксеновых пород	Ne, Cpx, ±O1	Не, % Уртит 70 Ийолит 50-70 Мельтейгит 10-50 Якупирангит 10	Нефелинит
	Мелилитовых пород	Mel, Ne, Cpx, O1	мелилитолит	Мелилитит

Ультрамафиты формируются и залегают в различных
основными из которых являются

I. Ассоциации ультрабазитов складчатых областей

- 1) Офиолитовая ассоциация (дунит-
гарцбургитовая)
- 2) Дунит-пироксенит-габбровая
ассоциация (платитиноносная)
Урал, Аляска

Схема размещения ультрабазитов Урала (по
И.А. Малахову;

1 — Русская плита; 2 - прогибы: **4 - пояса
альпинотипных гипербазитов** (цифры
в кружках); 5 — крупные массивы гипербазитов:
6 — Платиноносный пояс дунит-
пироксенит-габбровых массивов; 7 — Главный
Уральский разлом

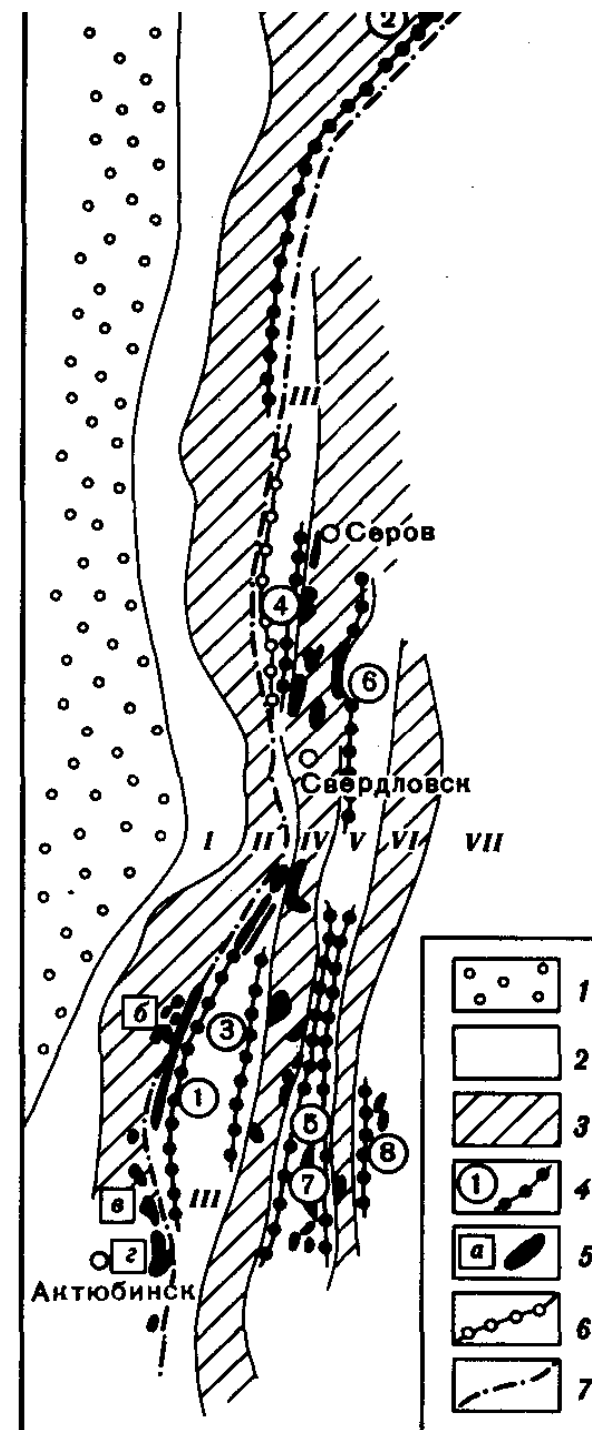
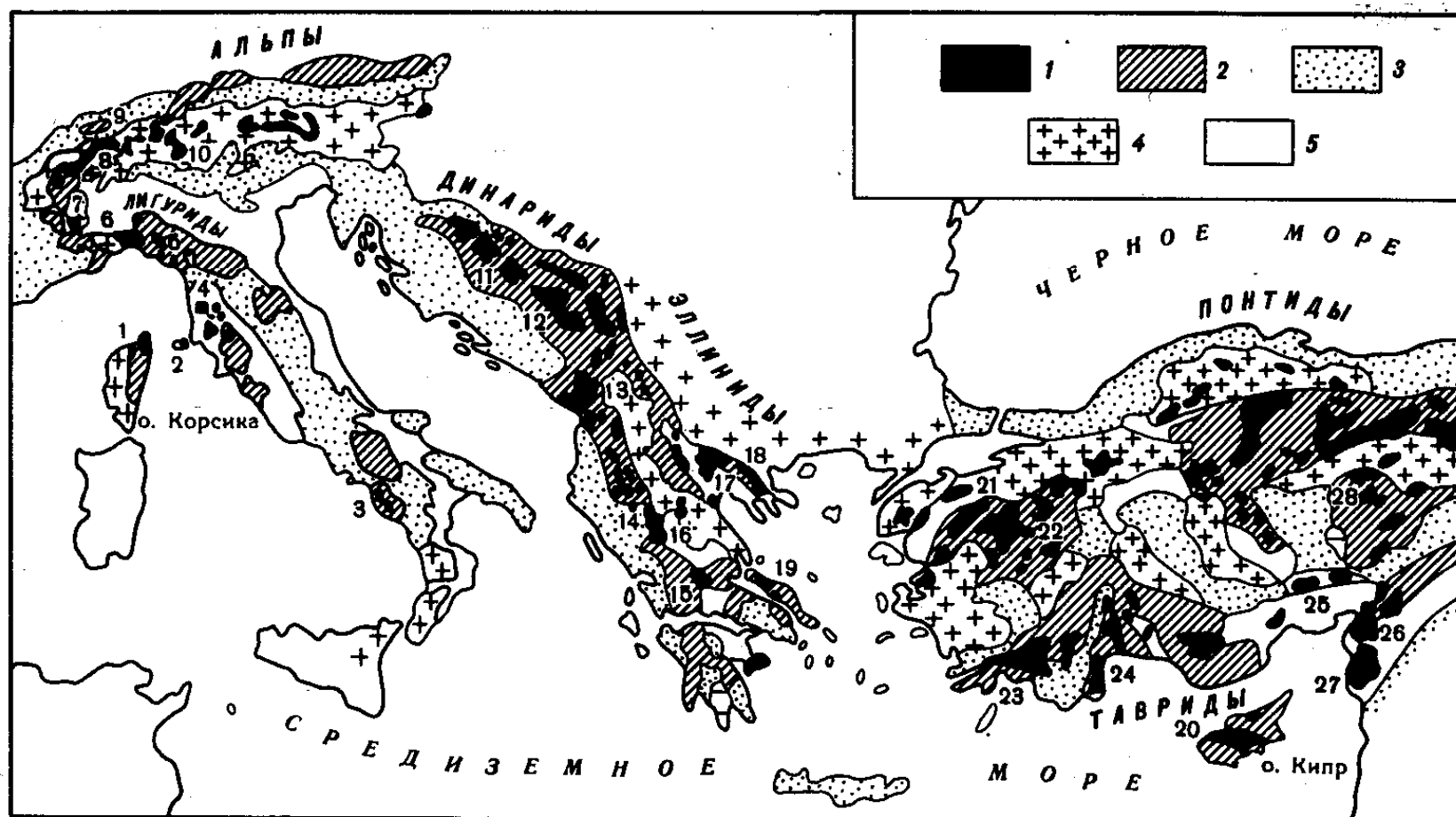


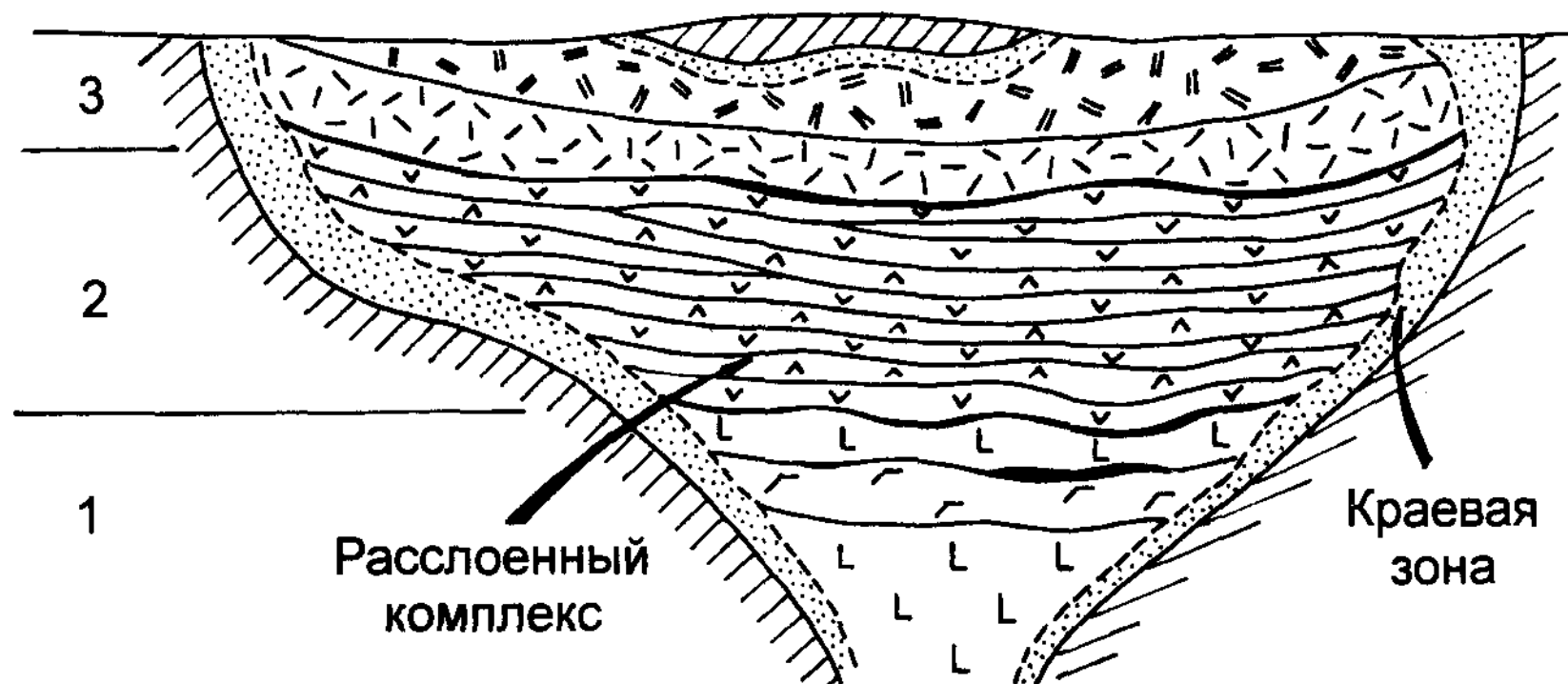
Схема распределения мезозойских офиолитов в Средиземноморье (составлена с использованием материалов АЛ. Книппера, МА. Сатиана, Э. Мурса, В. Дитриха, Ж. Памича, Ж. Бебьяна с соавторами, Т. Жюто и др).

1 — офиолитовые комплексы



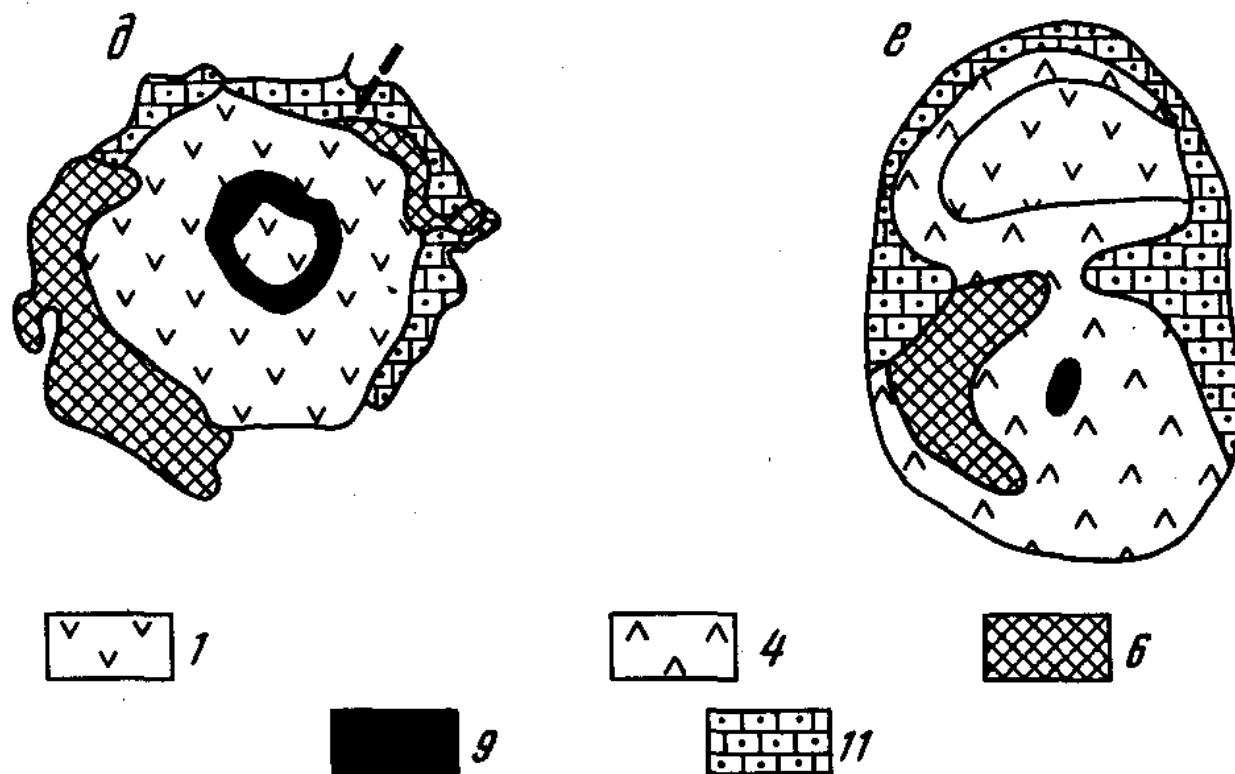
II. Ассоциации ультрабазитов этапа активизации стабилизированных областей (дунит-гарцбургитовая)

1) Ультрамафиты расслоенных интрузивов



Расслоенные плутоны — принципиальная схема строения (разрез): 1 — ультрамафиты, 2 — габбро и нориты, 3 — феррогаббро и ферродиориты;

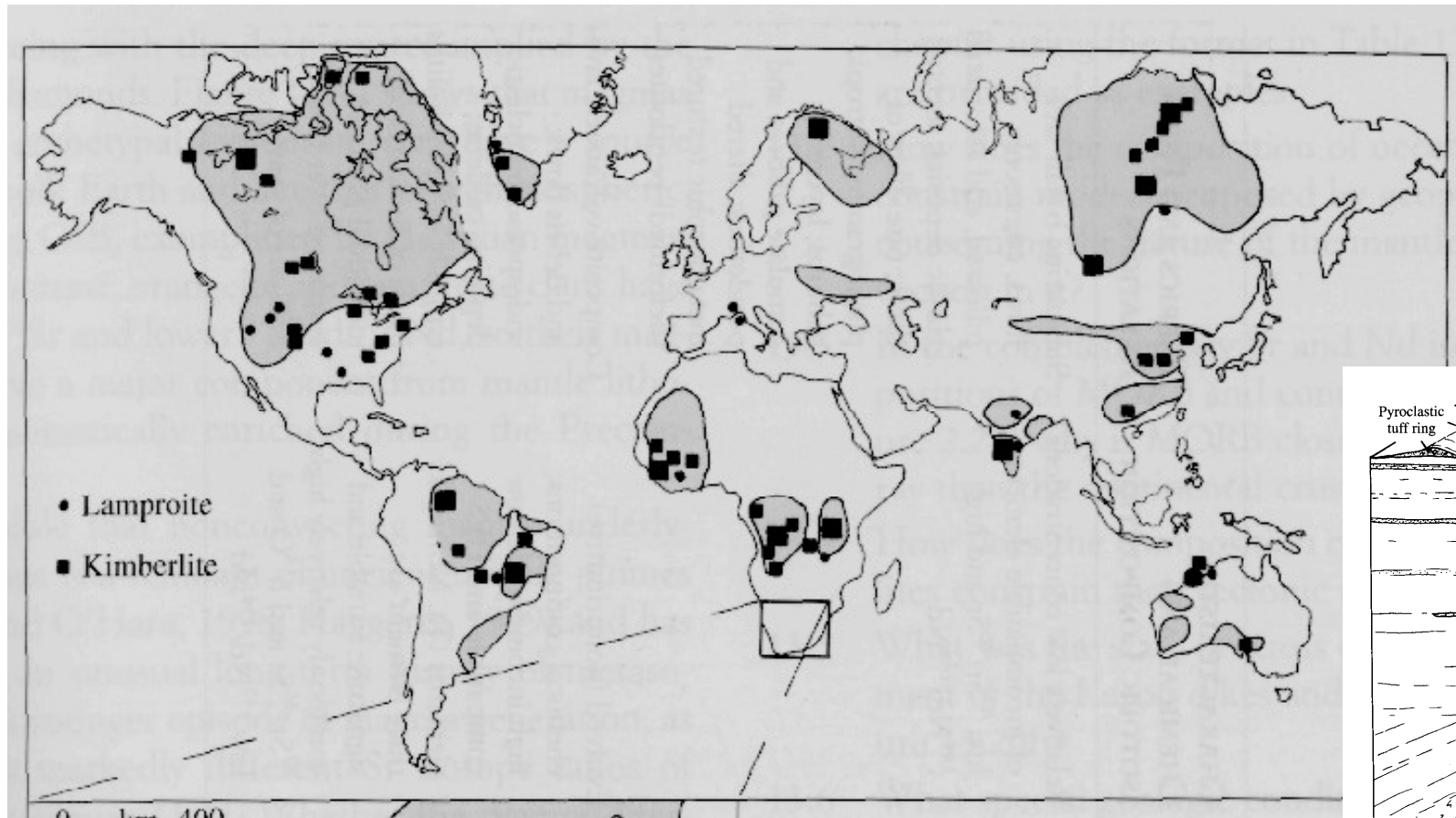
2) Щелочно-ультраосновные комплексы



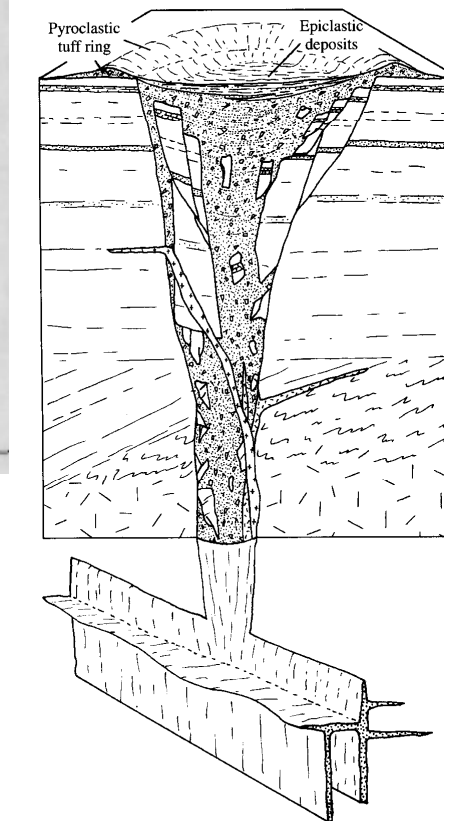
Строение щелочно-ультраосновных интрузивных комплексов Шава (д), Якупиранга (е) (по Ю. Р. Васильеву с использованием данных А.А. Кухаренко и других исследователей)

1 — дуниты и перидотиты; 4 — клинопироксениты, якупирангиты; 6 — уртиты, ийолиты, мельтейгиты; 9 — карбонатиты; 11 — термально метаморфизованные породы и фениты;

3) Кимберлиты и лампроиты



встречаются на древних докембрийских кратонах, где они чаще всего залегают в виде трубок взрыва (диатрем), расширяющихся вверх наподобие воронок.



III. Ассоциации ультрабазитов древнейших областей Земли

1) Ультрабазиты зеленокаменных поясов

IV. Ассоциации ультрабазитов ложа океанов

1) Ультрабазиты срединно-океанических хребтов