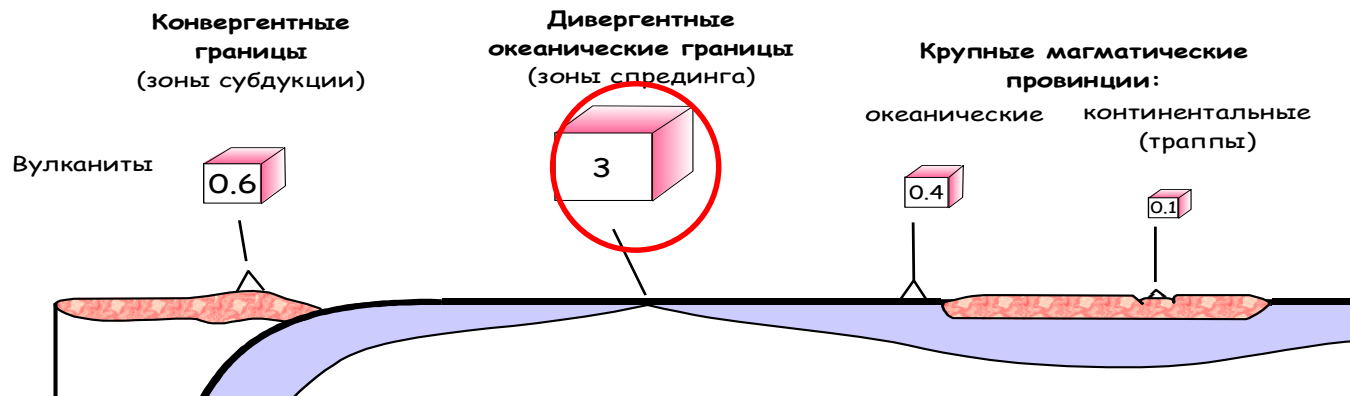


Петрографические особенности базальтов разных тектонических обстановок

Петрографические особенности базальтов зон спрединга (MORB – Middle Oceanic Ridge Basalts)



Общая магмагенерация 3 км³/год

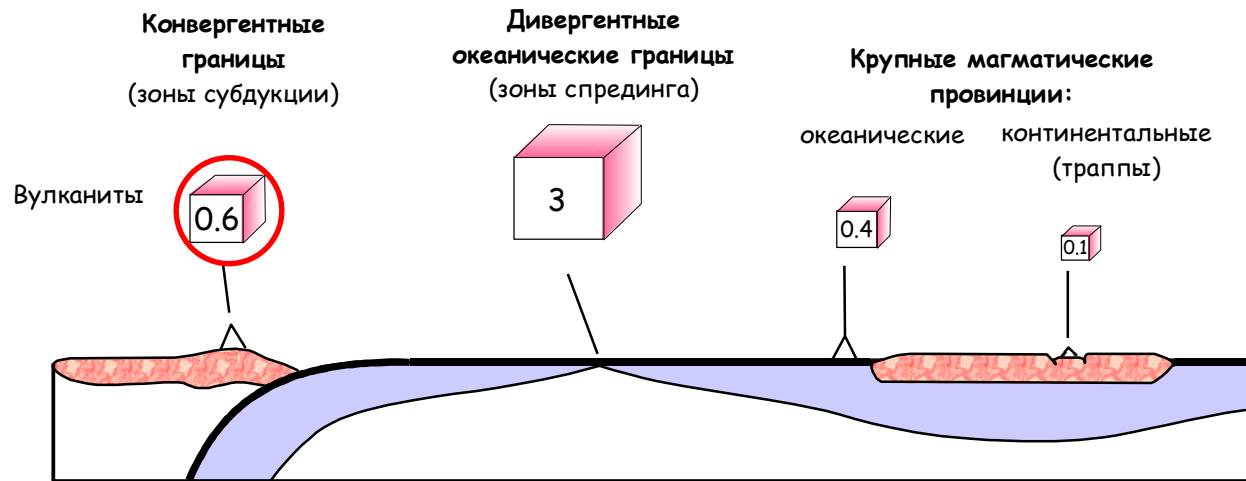
- ❖ **Афировые** структуры: малое количество вкрапленников, т.к. не было кристаллизации в глубинном очаге .
- ❖ Структуры быстрой кристаллизации (подводные излияния): в основной массе преобладает стекло (**гиалобазальты**), **Низкая пористость** (текстура массивная): бедные флюидом магмы.

Магмы этого типа формируются в условиях низкого содержания воды, поступают к поверхности в сильно перегретом состоянии и сравнительно легко теряют флюидные компоненты (содержание H₂O в толеитовых базальтах составляет 0,1—0,5%).

«Сухие» магмы.

Петрографические особенности базальтов активных окраин

общая
Магма-
генерация
0.6
м³/год



Магмы отличаются высоким содержанием летучих компонентов и более окисленными условиями формирования.

- ❖ **Порфировые** структуры (вкрапленники амфибола, оливина, орто- и/или клинопироксена).
- ❖ Ростовая зональность в плагиоклазе.
- ❖ Лавы **пористые** их извержения носят **эксплозивный** характер и сопровождаются образованием большого количества пирокластического и смешанного (вулканогенно-осадочного) материала
- ❖ связаны со **стратовулканами** центрального типа, размещение которых контролируется глубинными разломами

Петрохимические отличия базальтов в разных тектонических обстановках

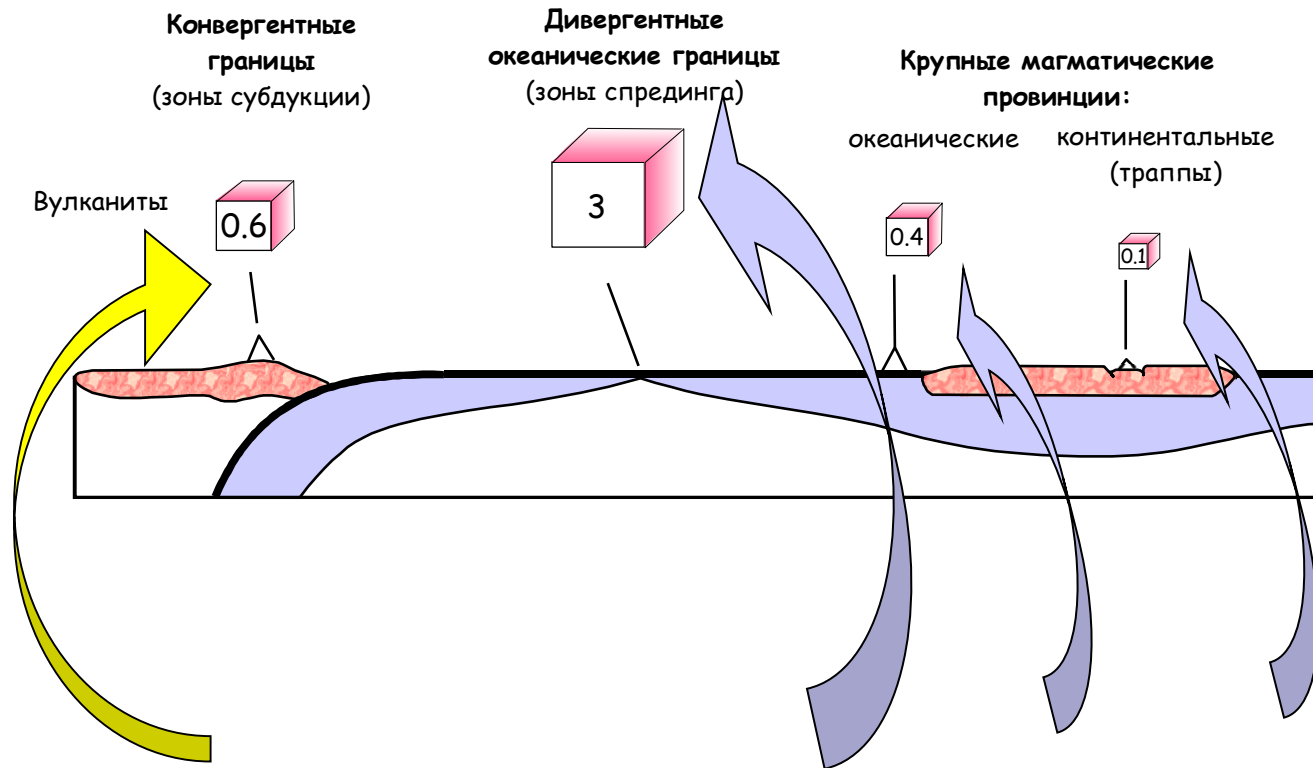


Рис. Общая магмагенерация в разных тектонических обстановках. Best (2003) с изменениями

Распространенность ограничена. Известково-щелочные ($\uparrow$ (Ca, K, Al, H₂O)), реже толеитовые базальты

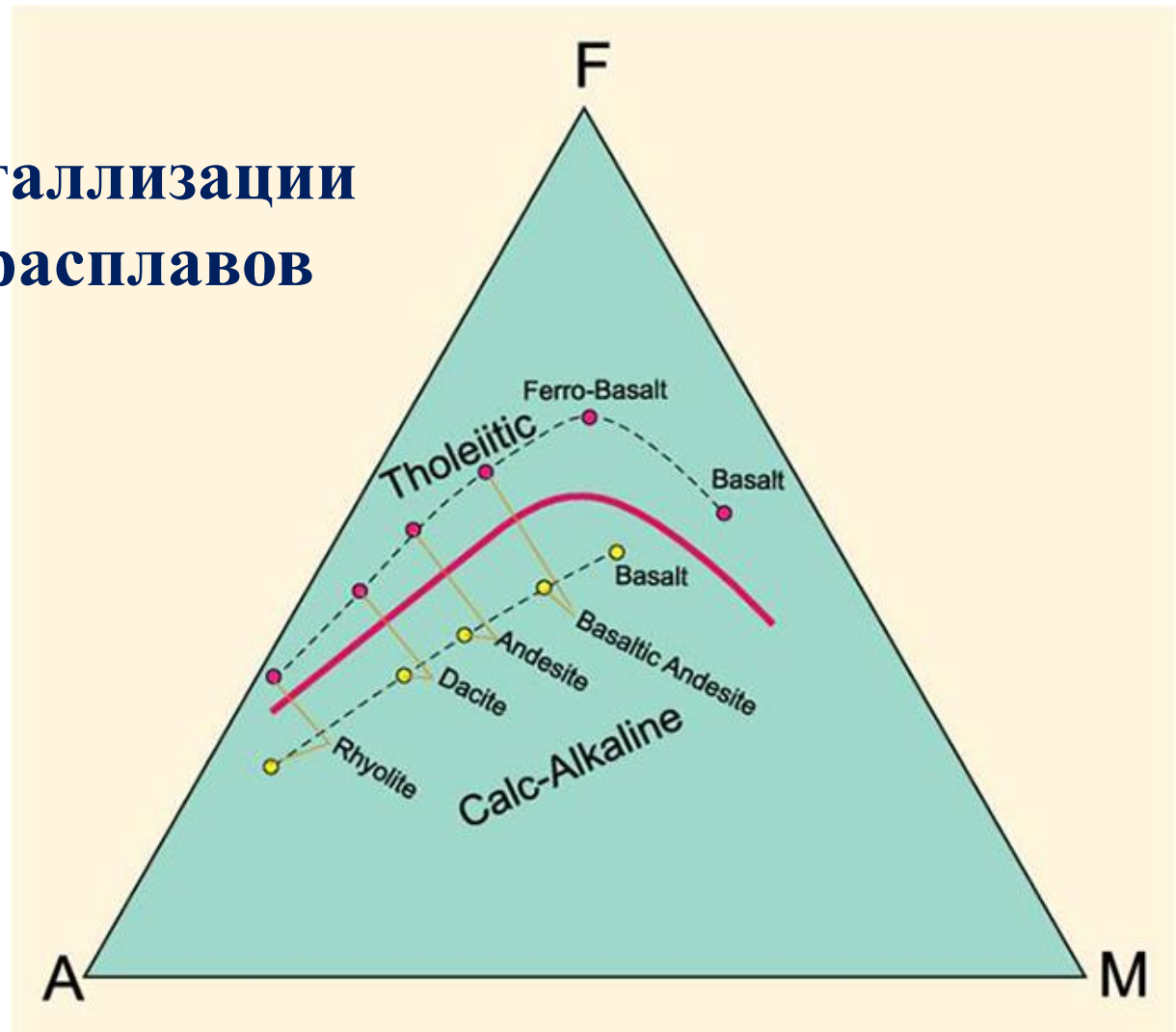
Доминирующая роль базальтов среди всех вулканитов. В основном толеитовые базальты ($\uparrow$ Fe), известково-щелочные – редки.

По химизму базальты разделяют на:

-толеитовые ($>Fe$);

- известково-щелочные ($>Ca, Na, Al$).

Два пути кристаллизации базальтовых расплавов



Толейтовые базальты

- 1) в ассоциациях преобладают над породами среднего и кислого составов;
- 2) во вкрапленниках только СРх;
- 3) слагают мощные базальтовые толщи или встречаются в ассоциации с исландитами (железистыми андезитами);
- 4) связаны с трещинными излияниями или извержениями из щитовых вулканов;
- 5) имеют низкие содержания флюида (H_2O 0,1-0,5%), Fe, Ti, V быстро накапливаются в расплаве;
- 6) характерна афировая структура, что свидетельствует о перегретости магмы при излиянии на поверхность;
- 7) отражают тектоническую обстановку растяжения, распространены в срединно-океанических хребтах, на океанических островах, в рифтовых зонах платформ (где образуют траппы).

Известково-щелочные базальты

- 1) в ассоциациях подчинены породам более кислого состава;
- 2) во вкрапленниках СРх и ОРх;
- 3) извержения носят эксплозивный характер с образованием большого количества пирокластического материала;
- 4) связаны со стратовулканами центрального типа;
- 5) имеют повышенные содержания Al_2O_3 – до 16-18%, высокое содержание водного флюида;
- 6) Характерна порфировая и сериально-порфировая структуры, что говорит о наличии промежуточных очагов;
- 7) отражают тектоническую обстановку сжатия, распространены в современных островных дугах, на активных континентальных окраинах андского типа и их древних аналогах.

Вторичные изменения в базальтах

Базальты относительно легко разлагаются и переходят в агрегат вторичных минералов.

Выделяется два характерных типа вторичных изменений:

Краснокаменные изменения

Оксиды и гидроксиды трехвалентного железа (гематит, гетит, гидрогетит и др.), которые придают породе красноватый оттенок. Наземные извержения (контакт с атмосферой).

Зеленокаменные изменения

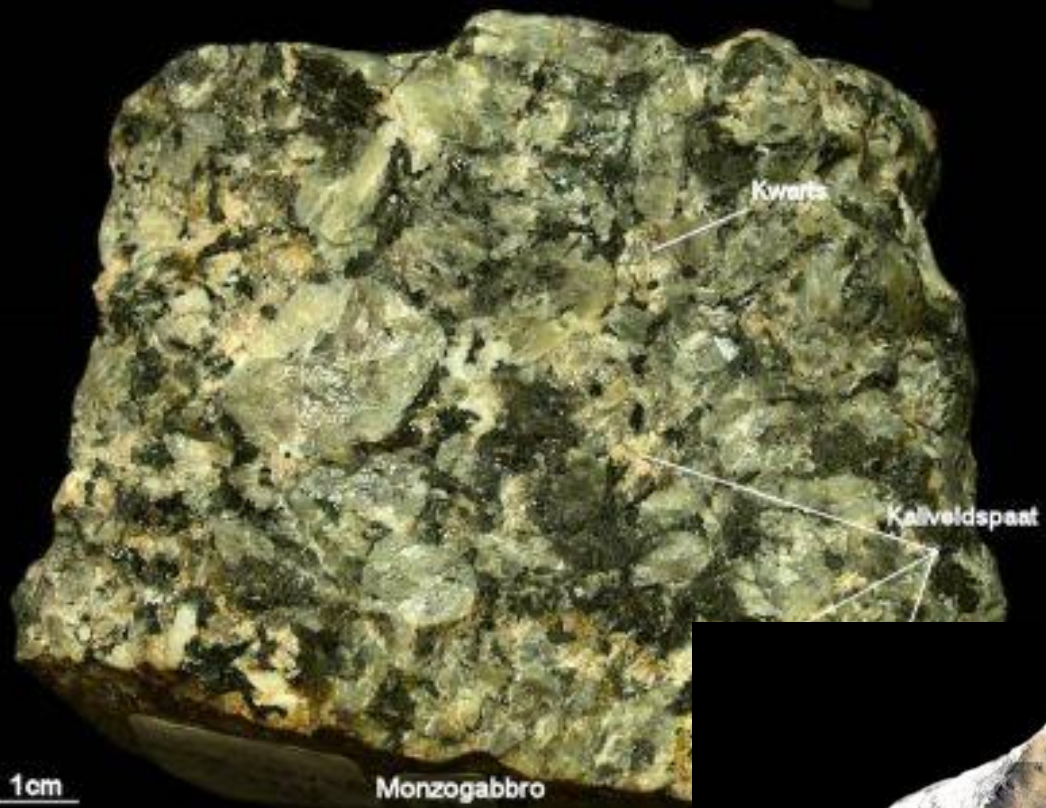
Вторичные силикатные минералы - хлорит, актинолит, эпидот - придают породе зеленоватый оттенок. Эти изменения связаны с относительно низкотемпературными метаморфическими процессами.

Субщелочные основные породы

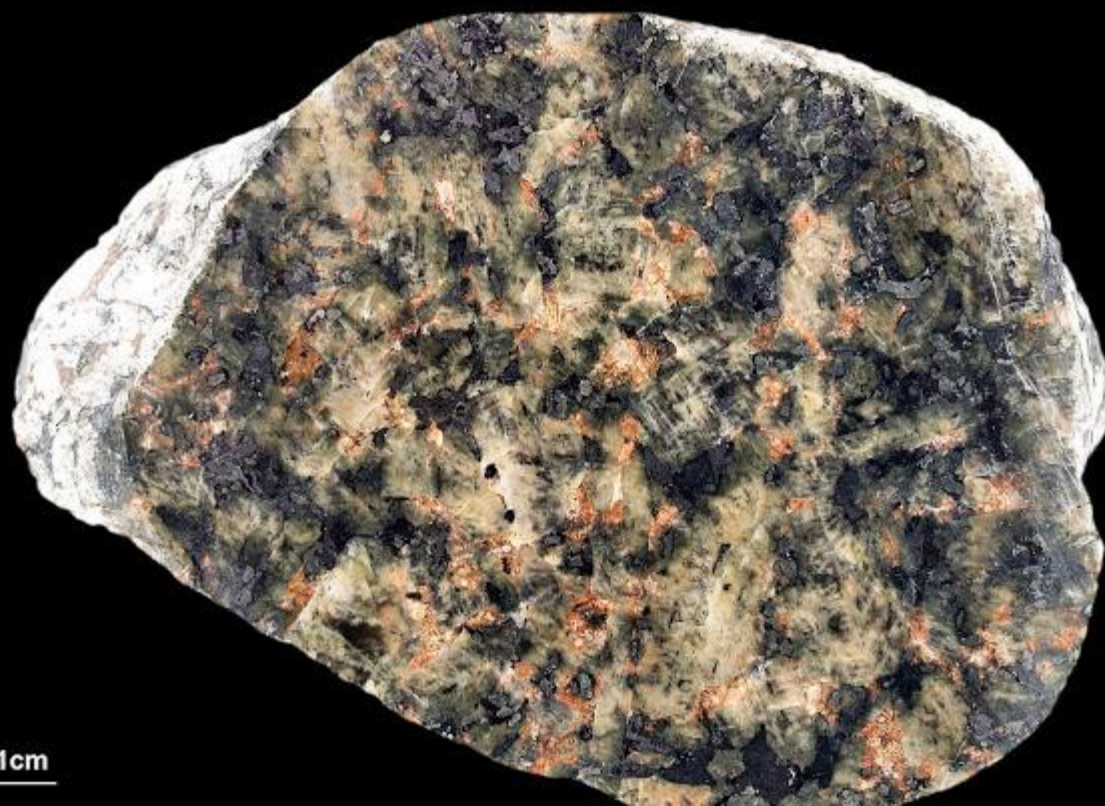
SiO ₂ %	45-53
Na ₂ O+K ₂ O %	3-18

В основных породах повышение щелочности приводит к появлению в числе главных породообразующих минералов **калиевого полевого шпата**. В таком случае габброиды переходят в **монцо-габбро** (-нориты, -габбро-нориты), а вулканические породы – в **трахибазальты**.

Среди темноцветных минералов обоих типов пород возрастает роль амфиболов и слюд.



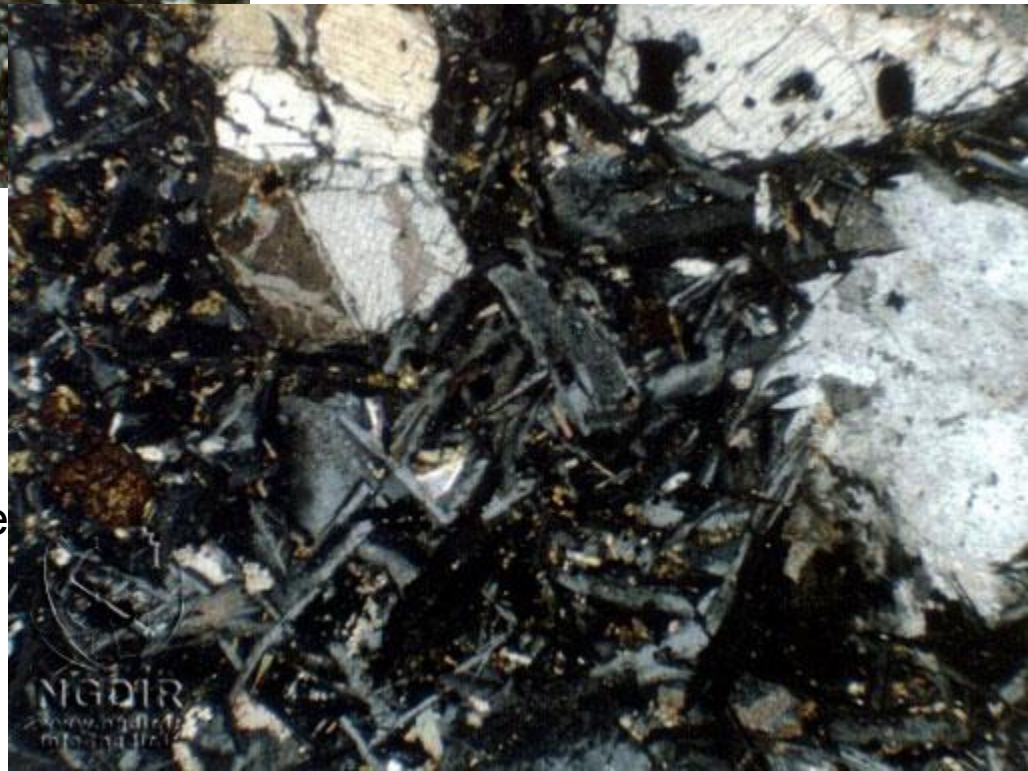
монцогаббро





Трахибазальт

вулканическая [порода основного состава](#) , состоящая из вкрапленников клинопироксена (высокотитанистый авгит), оливина, иногда плагиоклаза и амфибола (керсутит) в основной массе из клинопироксена, плагиоклаза, оливина, магнетита, биотита, амфибола, калиевого полевого шпата и стекла



МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ СРЕДНЕГО СОСТАВА



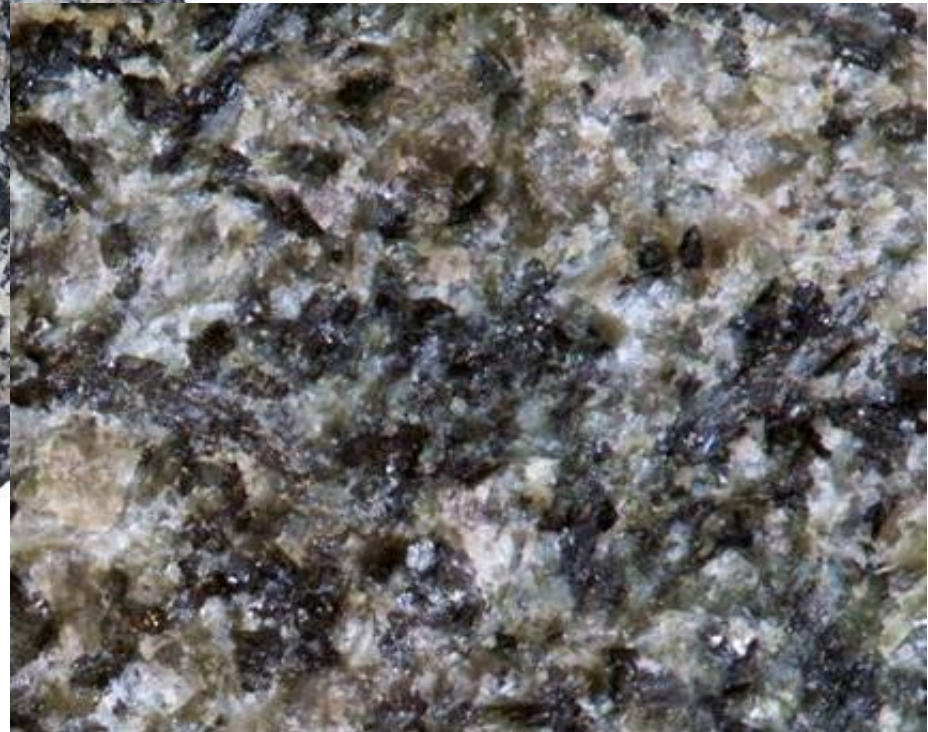
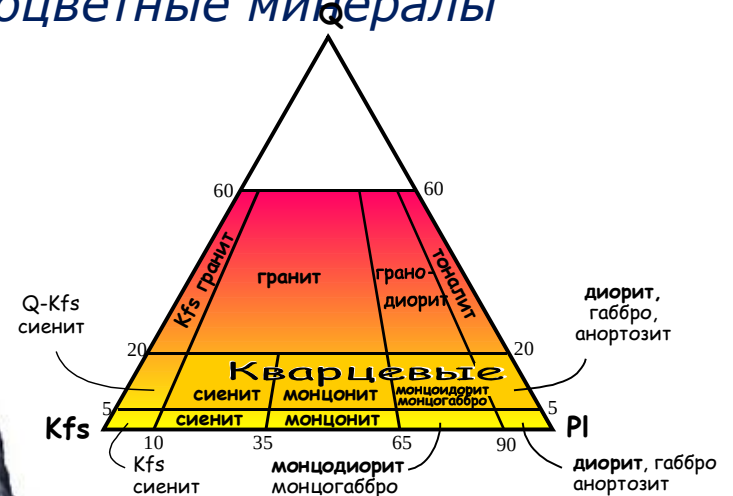
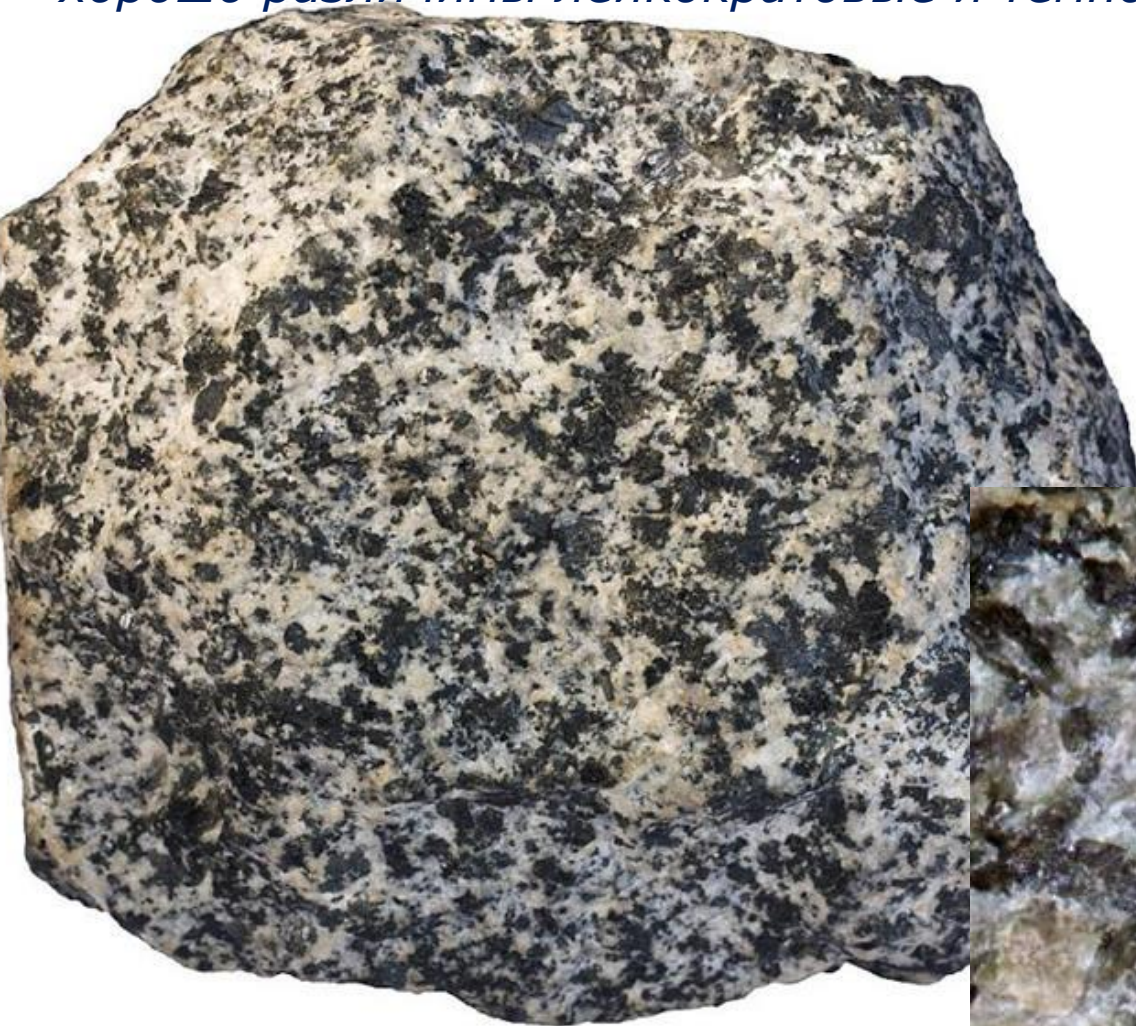
СРЕДНИЕ МАГМАТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ НОРМАЛЬНОЙ ЩЕЛОЧНОСТИ

ПЛУТОНИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

	SiO ₂ %	Na ₂ O+K ₂ O%	FeO+Fe ₂ O ₃ %
Диориты, кварцевые диориты	53-64	3-6	<12
Ферродиориты	53-64	3-5	>18

ДИОРИТЫ И КВАРЦЕВЫЕ ДИОРИТЫ

От греческого "Dioritas" (различать, разделять) – потому, что в породе хорошо различимы лейкократовые и темноцветные минералы



Диориты – Pl(анд) + Hbl ± Bt ± Px, ± Ol
до 65% 15-30% (кв.диорит) (ферродиорит)
резкая зональность + Qtz
± Or

Цв.число: ДИОРИТ: -35 – мезократовые; < 30 – лейко-; > 35 – мелано-
КВАРЦЕВЫЙ ДИОРИТ 20-30; ФЕРРОДИОРИТ - 30-43

Разновидности:

Роговообманковые; гиперстеновые; клинопироксеновые; биотитовые

Структуры:

Гипидиоморфная (плагиоклаз→пироксен→роговая обманка→биотит)

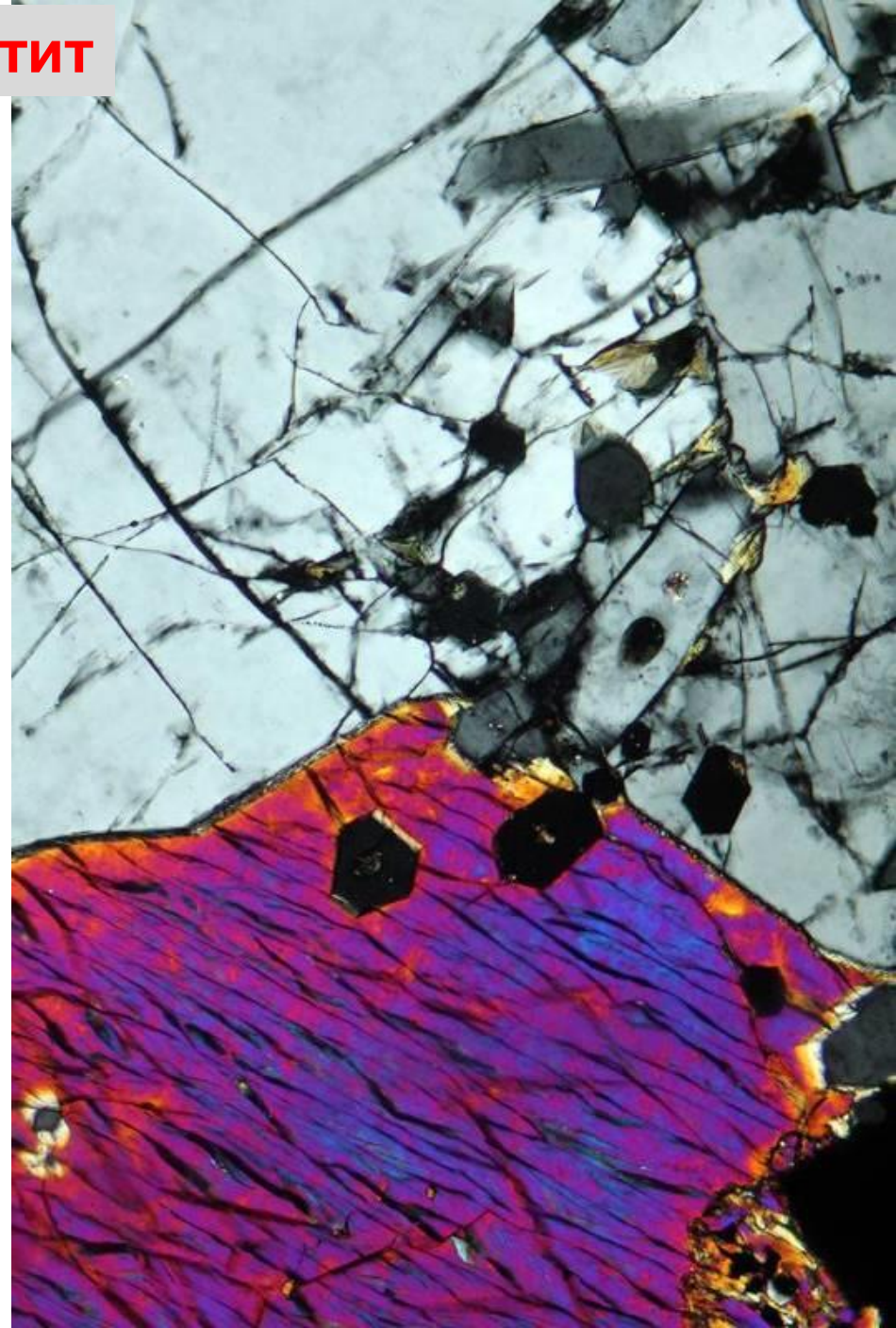
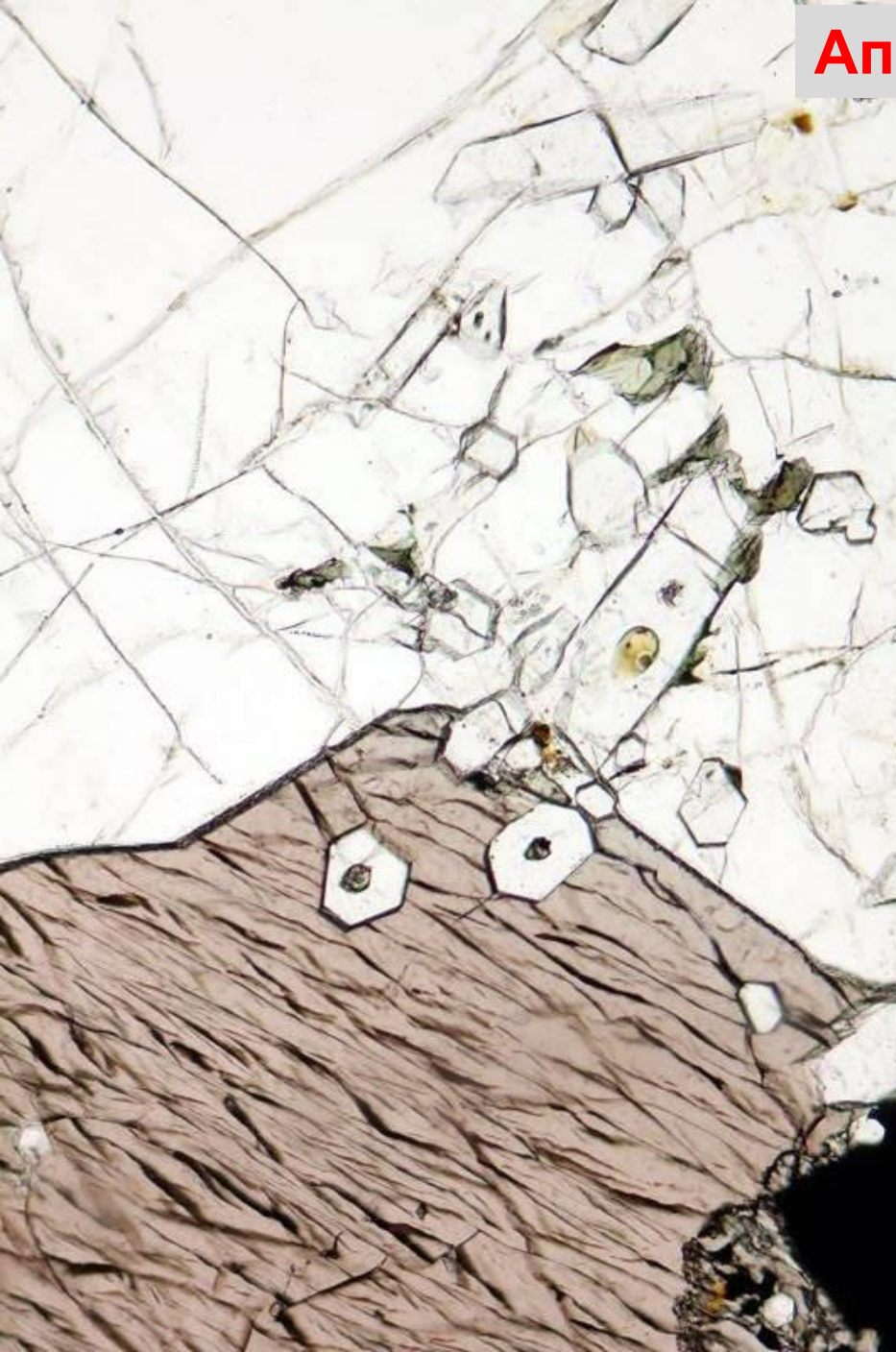
Призматически-зернистая

Акцессорные: апатит, циркон, ортит, магнетит, сфен

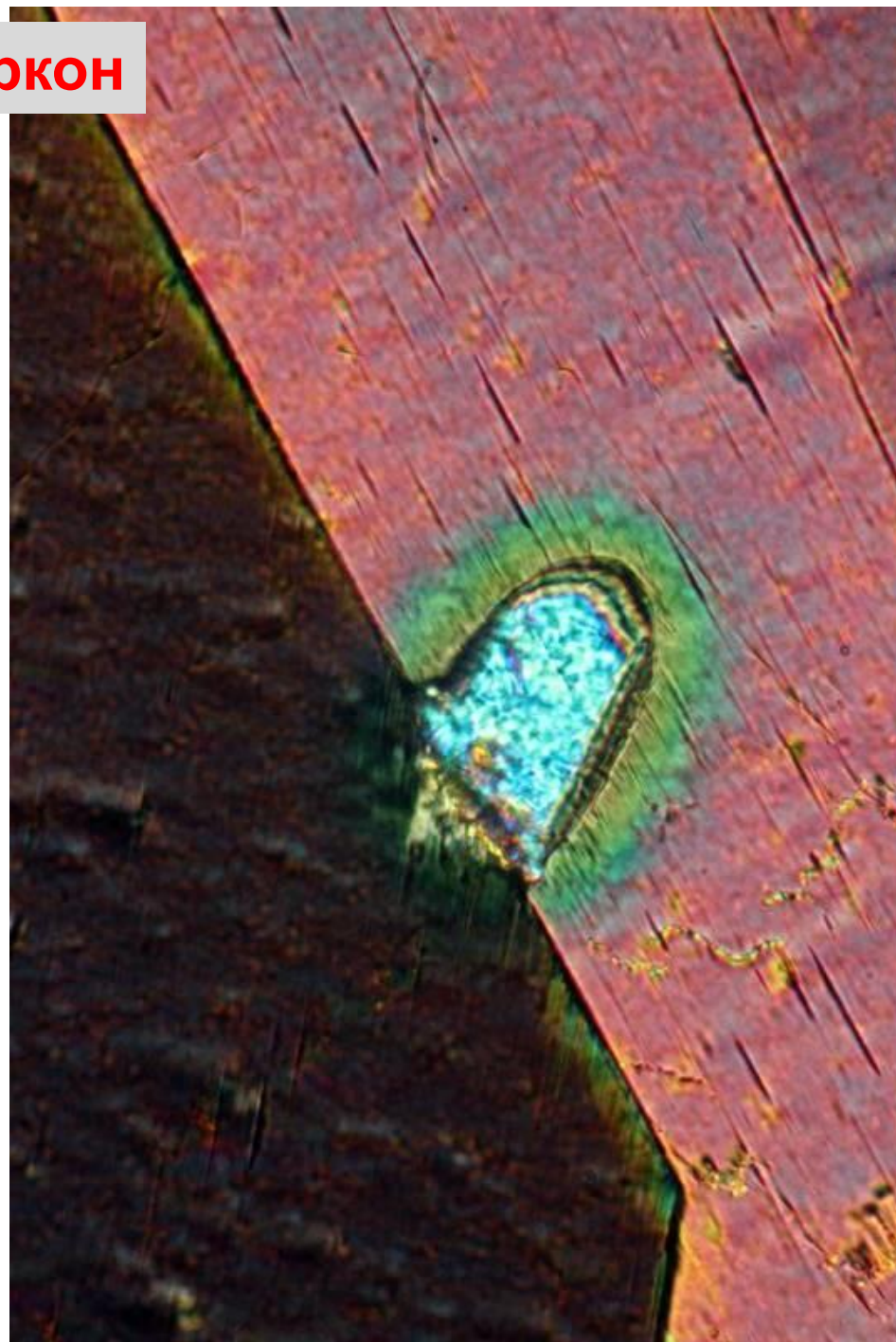
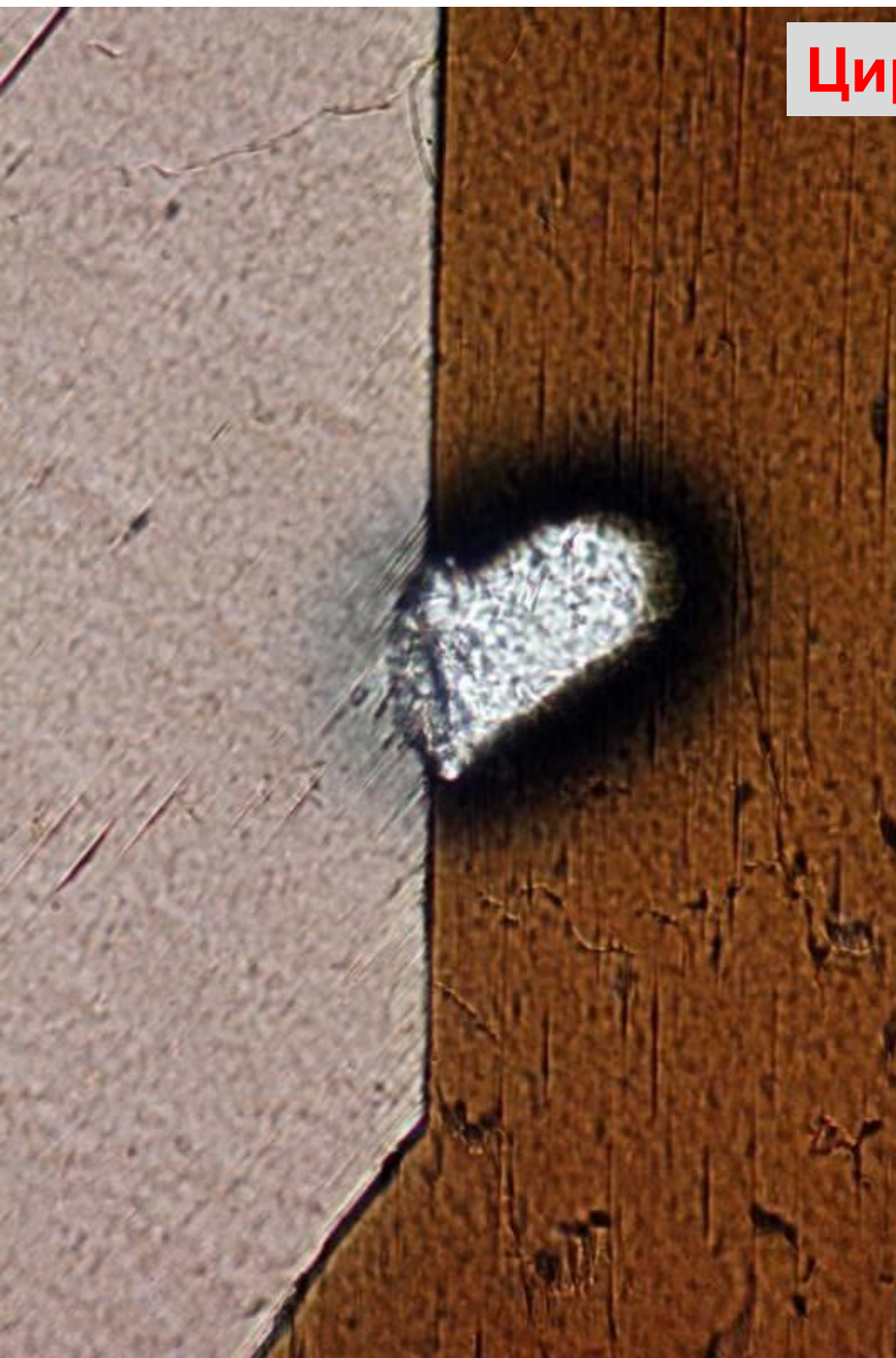
Вторичные: соссюрит, хлорит, актинолит-термолит, эпидот

*Ферродиорит- содержит большое количество цветных минералов¹⁶
высокой железистостью.

Апатит



Циркон



Титанит=сфен





**Биотит-амфиболовый кварцевый диорит
сосюртизированный, хлоритизированный**



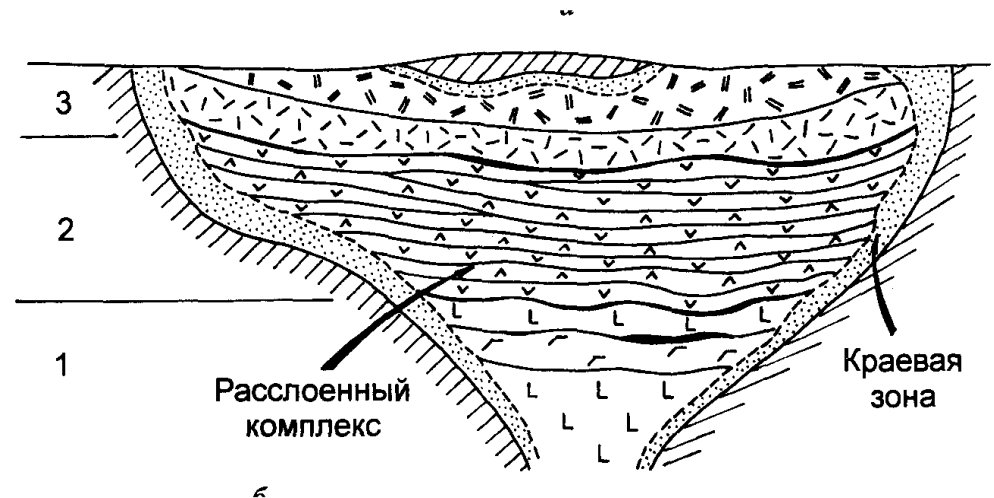
Бiotит-амфиболовый кварцевый диорит

Условия залегания

- 1) В ассоциации с гранитами, габбро, сиенитами
- 2) Самостоятельные мелкие штоки, дайки и др. тела

Ферродиориты могут быть связаны со стратиформными массивами

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



Происхождение

- 1) дифференциаты основных магм
- 2) гибридное

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ
МАГМАТИЧЕСКИЕ
ГОРНЫЕ ПОРОДЫ СРЕДНЕГО
СОСТАВА

Средние эффузивные породы нормальной щелочности

Андезито-базальты (хим. интр.аналог – диориты)

(53-57% SiO₂)

Андезиты (хим. интр. аналог – кв. диориты,)

(57-63% SiO₂), содержат 13-14% нормативного кварца

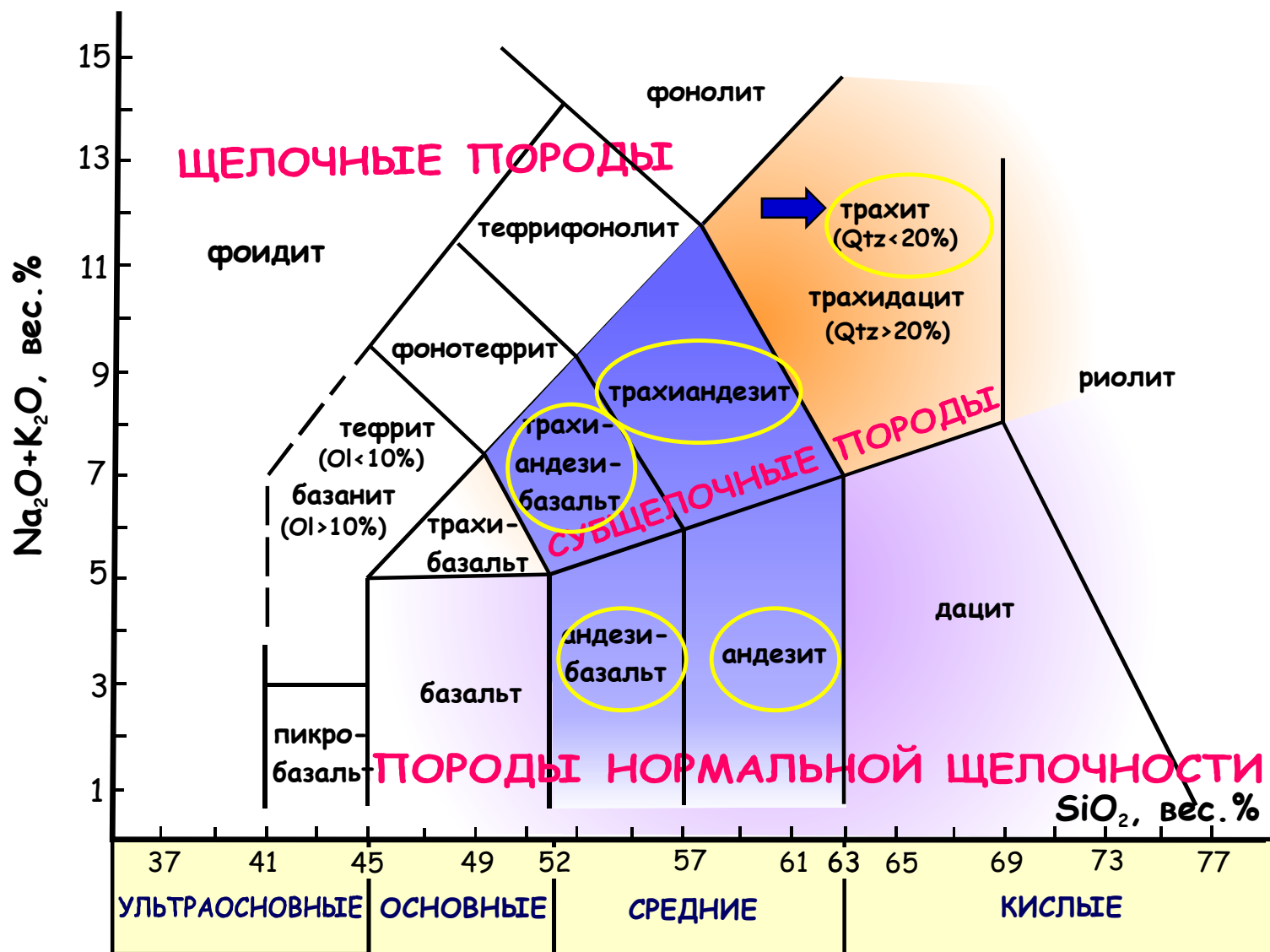
Исландиты (хим. интр. аналог – ферродиориты)

Структуры. Порфировая (андезит), афировая (исландит)

Вкрапленники. Плагиоклаз (бит.-анд.), Пироксены, Роговая обманка, Магнетит, Ti-магнетит.

Осн. масса. Микролиты – андезин. Стр-ра гиалопилитовая, пилотакситовая

Средние вулканические породы нормальной и умеренной щелочности





Андезит с порфировой структурой, фото [James St. John](#)

АНДЕЗИТЫ

$\text{SiO}_2 = 57-63\%$, $(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) < 6-7\%$

Породы серого цвета

с буроватыми, красноватыми, зеленоватыми оттенками.

Текстура массивная, пузыристая и миндалекаменная.

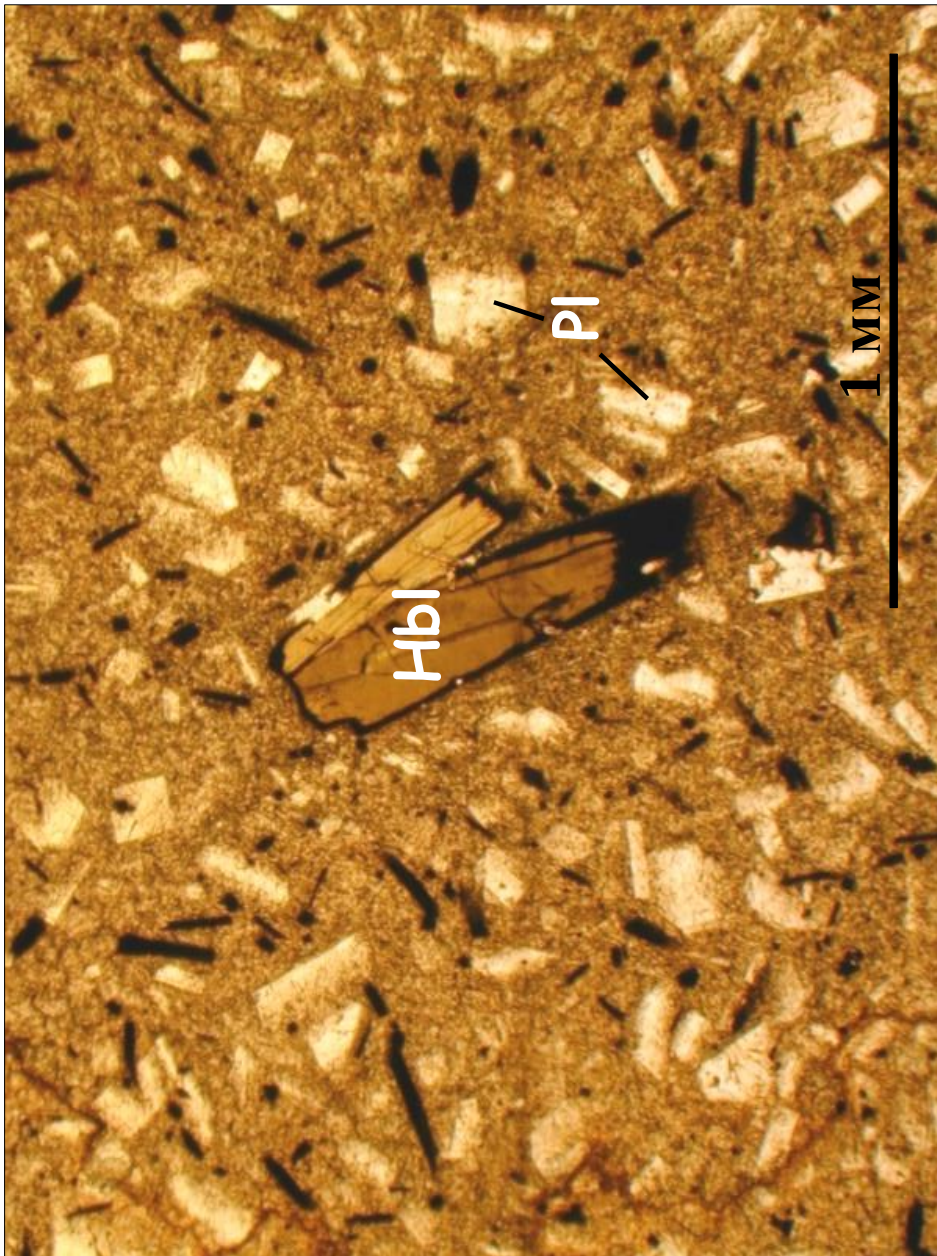
Структура порфировая, характерны несколько генераций вкрапленников.

Вкрапленники

плагиоклаз (лабрадор-андезин), клинопироксен (диопсид или авгит), ортопироксен, амфибол, реже биотит

Основная масса

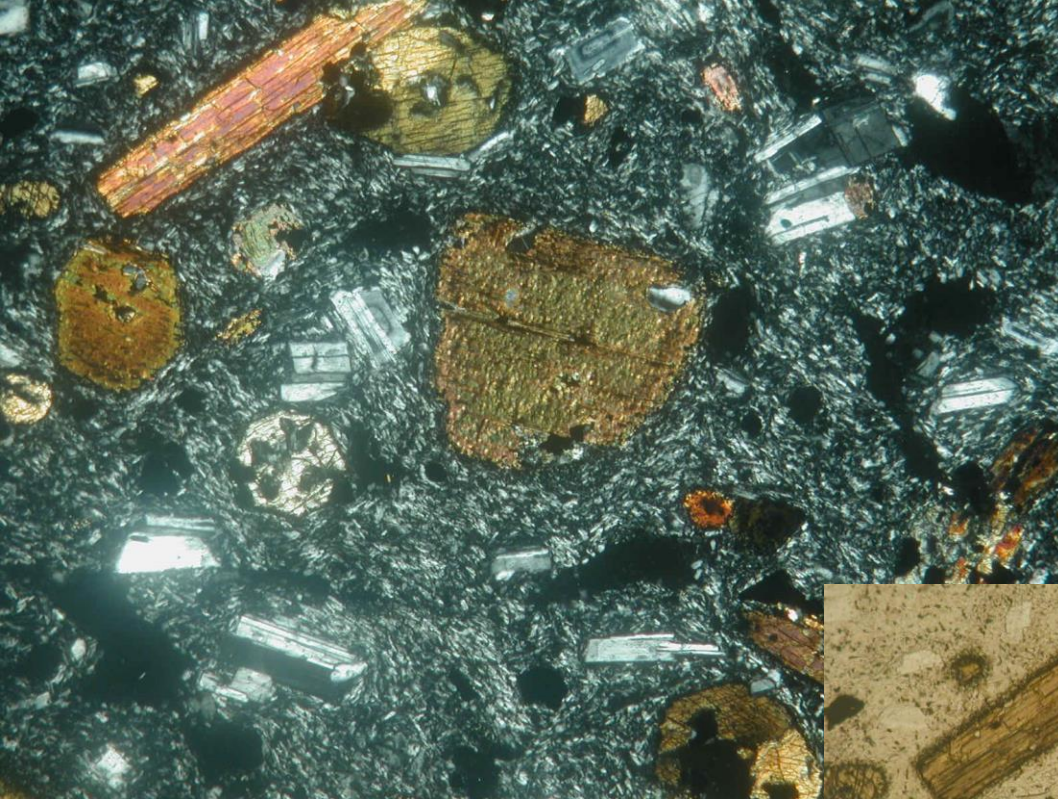
стекло, микролиты плагиоклаза, клинопироксена и титаномагнетита.



Амфиболовый андезит. Фото П.Л. Тихомирова.

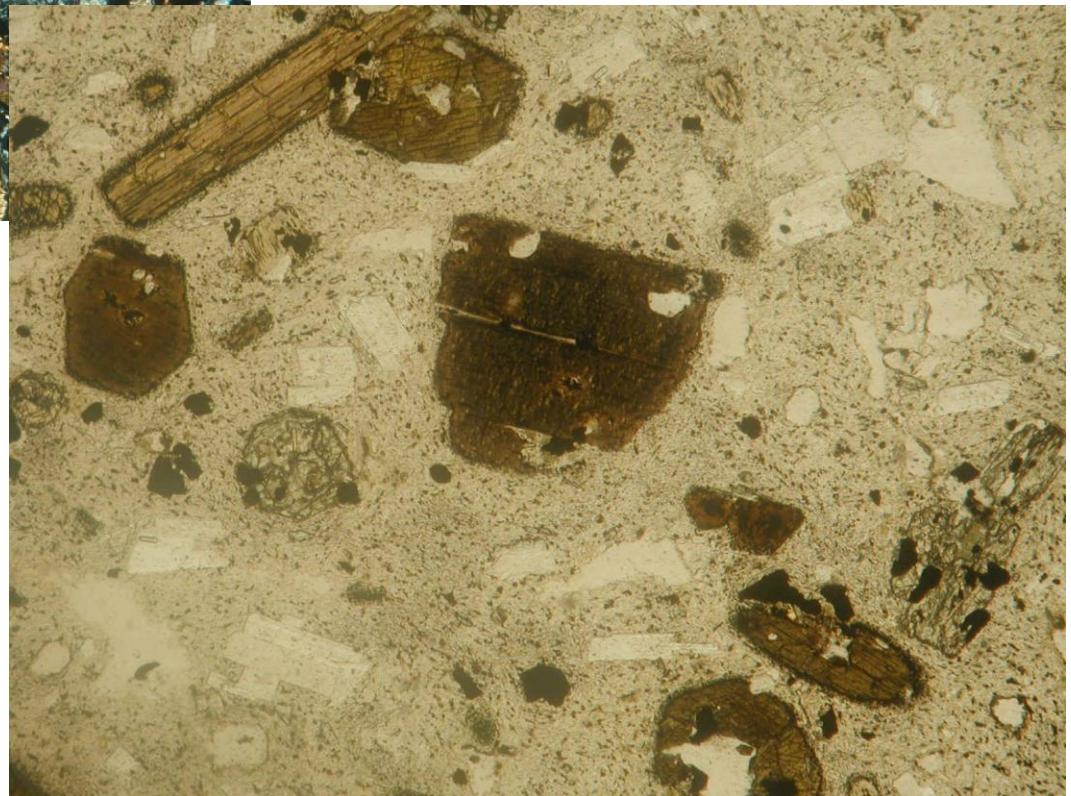
Амфиболовый андезит. Структура порфировая. Вкрапл. Pl, Hbl (базальтическая). Структура осн. массы - пилотакситовая





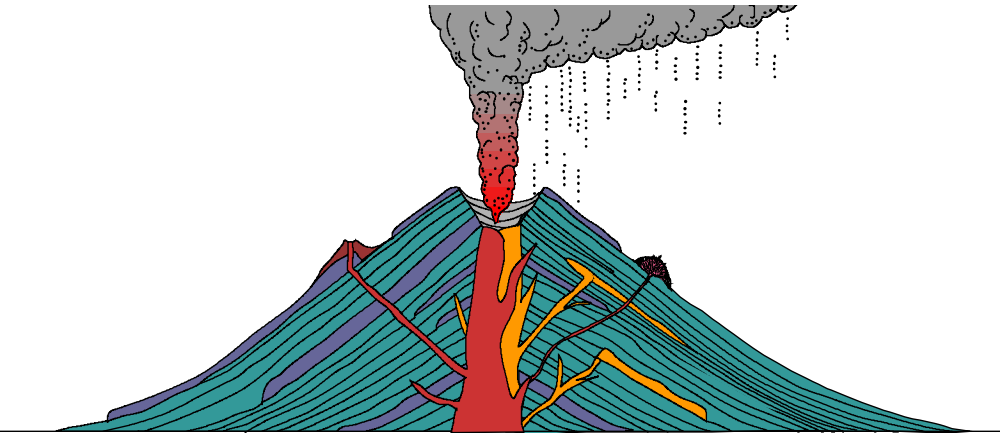
Биотит-роговообманковый
андезит. Структура порфировая.

Вкрапленники: Плагиоклаз,
Роговая обманка (базальтическ.),
Биотит, Клинопироксен.
Структура осн. массы -
пилотакситовая



Формы и условия залегания

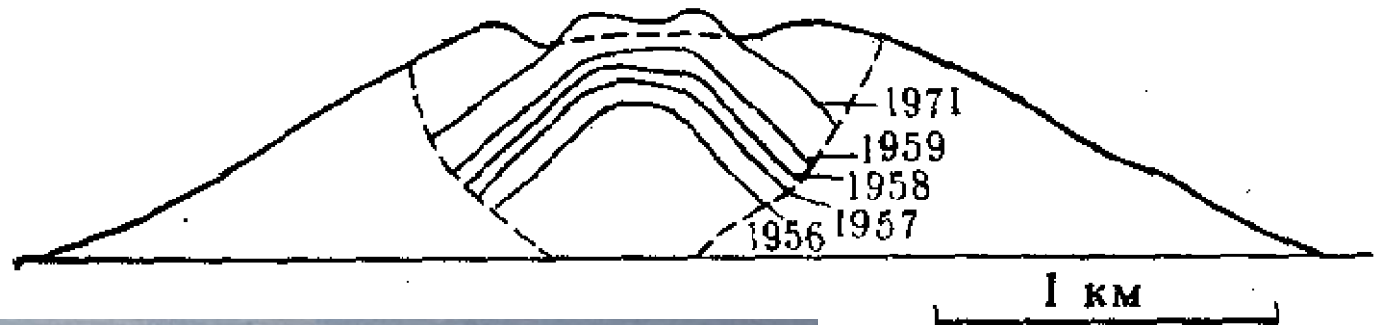
Андезитовый вулканизм связан с извержениями центрального типа и образованием высоких вулканических конусов, сложенных чередованием лав и туфов (стратовулканы)



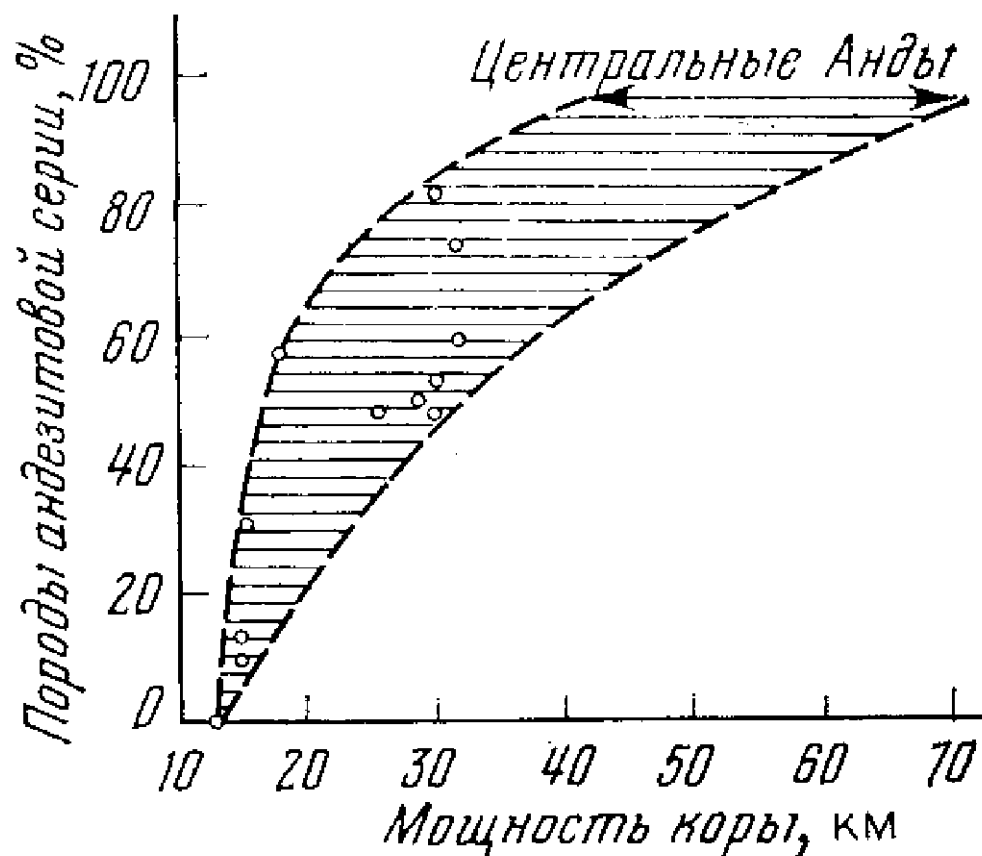
- 1) Лавовые потоки обычно значительно более короткие и более мощные, чем у базальтов.
- 2) Субвулканические тела

3) Экструзивные купола

Стадии роста экструзивного купола вулкана Безымянный на Камчатке с 1956 по 1971 г.



На окраинах континентов и островных дугах, андезиты являются одной из самых распространенных изверженных пород. Вулканический пояс, окружающий Тихий океан, называют андезитовым кольцом.



Соотношение между мощностью земной коры на островных дугах и активных континентальных окраинах и долей пород андезитовой серии (в %) в базальт-андезитовом магматизме. По А. Миясиро

Андезиты приурочены к областям земной коры с мощным сиалическим слоем.

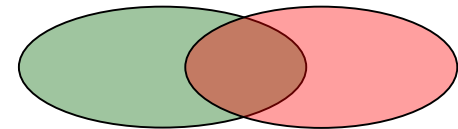
Происхождение андезитов.

Главный механизм - кристаллизационное фракционирование в коровых условиях базальтовых (габброидных) магм. В этом случае андезиты – остаточные расплавы, лишенные в той или иной мере высокотемпературных фаз – оливина, основного плагиоклаза и пироксенов.

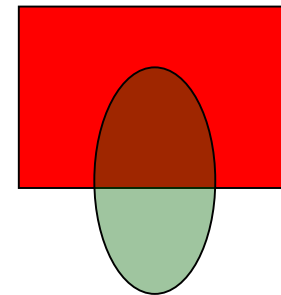
Иные (дополнительные) механизмы петрогенеза андезитов

1. смешение расплавов основного и кислого составов.

андезит – гибридная порода?



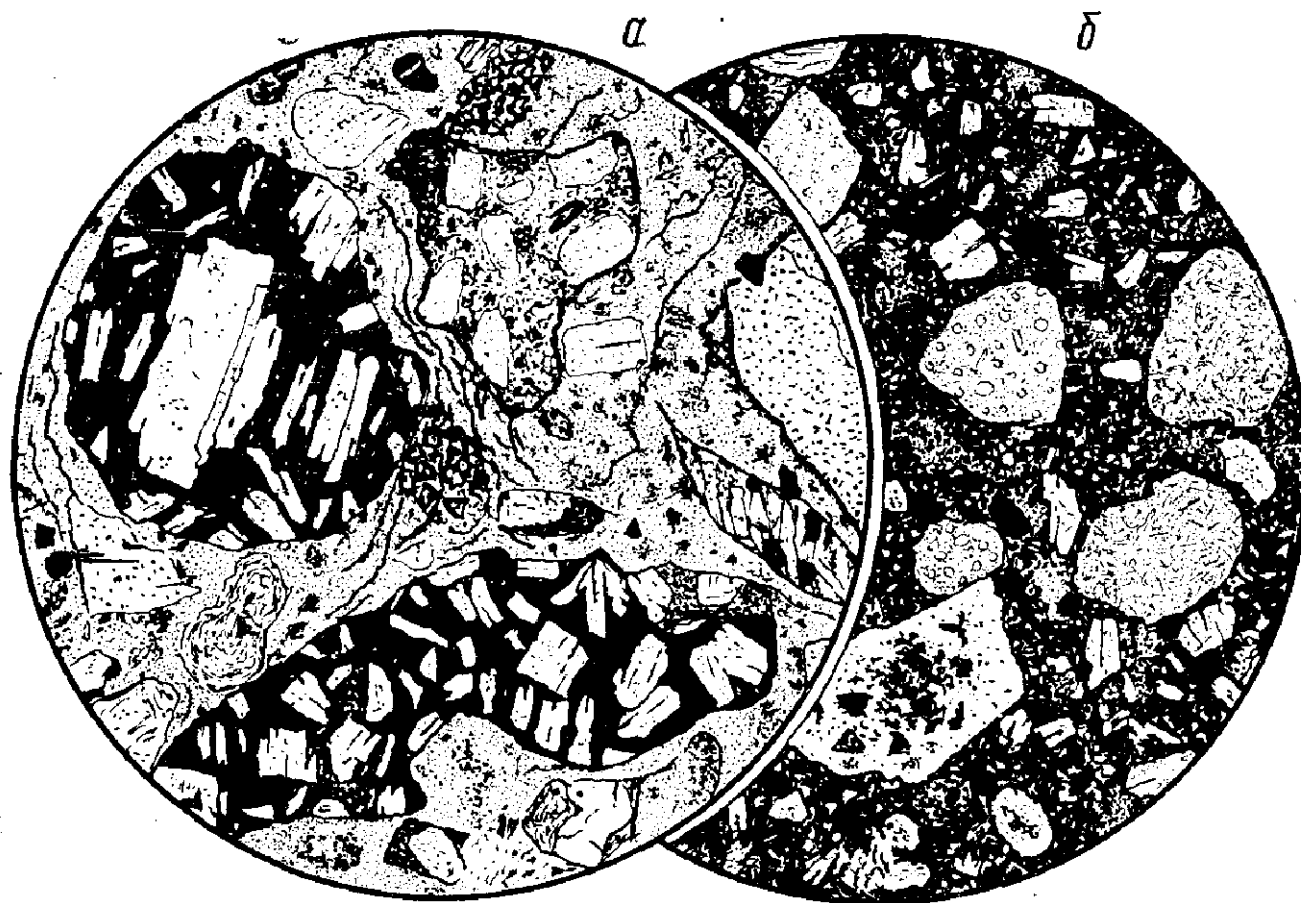
ассимиляция базальтовыми магмами вмещающих кремнекислых пород коры.



Вулканогенно-обломочные породы среднего состава

Извержения андезитовых вулканов сопровождаются взрывами большой силы, которые не только способны выбросить в воздух куски лав, насыщенные газами (ювенильный материал), но и разрушают более древние породы вулканической постройки.





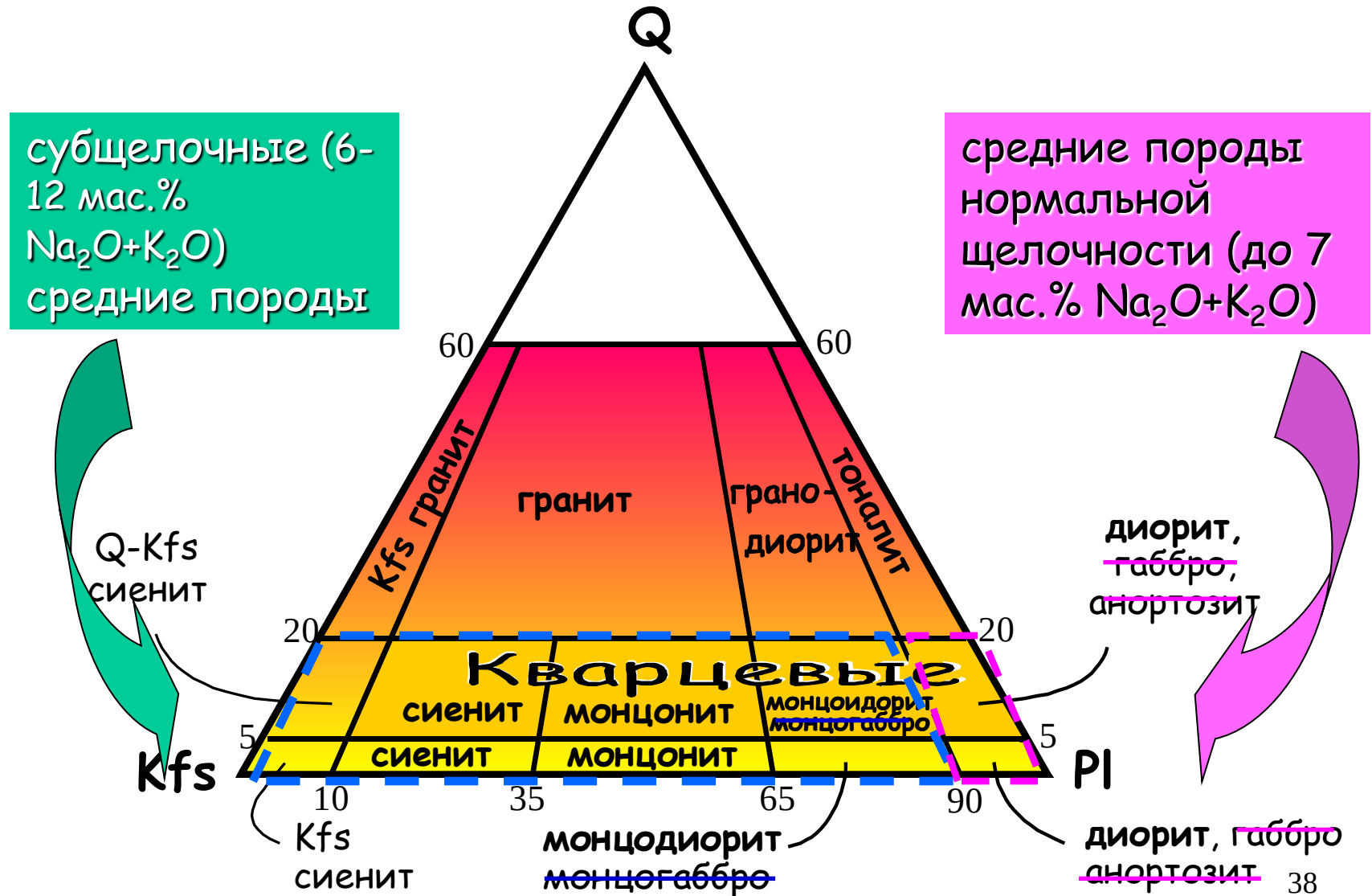
Туфы
Лито-
Кристалло-
Витро-

Кристаллолитокластические туфы андезитового состава. Преобладают обломки андезитов и осколки плагиоклаза, (без анализатора, $d=5$ мм); а - цемент мелкообломочный; б — цемент мелкообломочный, обогащен бурым пылевидным рудным материалом — гематитом

Субщелочные средние магматические горные породы

SiO ₂ %	53-64
Na ₂ O+K ₂ O%	6-12

Породы среднего состава на классификационной диаграмме кварц-полевошпатовых плутонических пород

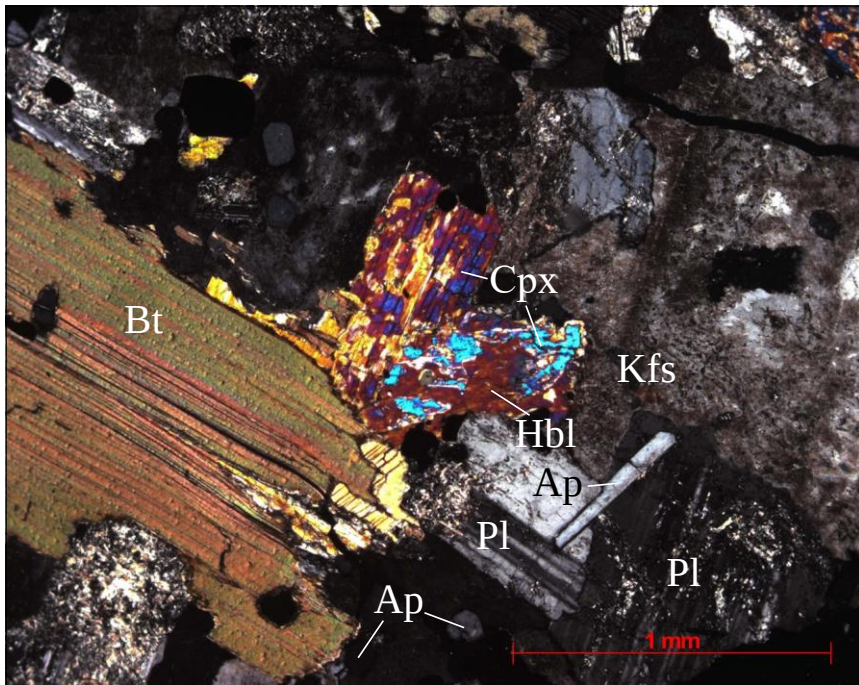


Сиениты и монцониты

серые, розовато-серые и желтовато-серые породы.

Текстуры массивные или трахитоидные.

Структуры гипидиоморфнозернистые



Рх-В† сиенит. Фото П.Л. Тихомирова

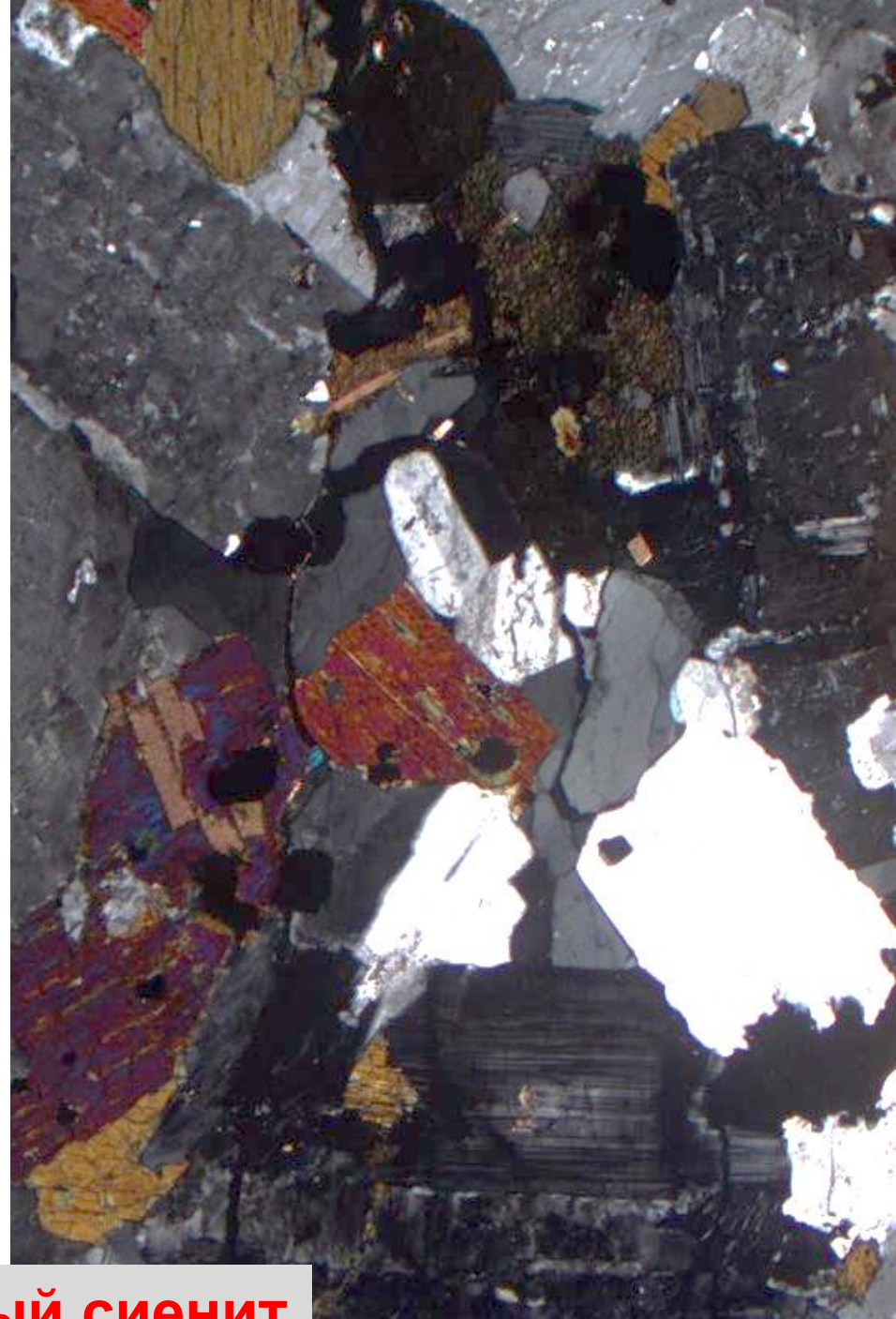
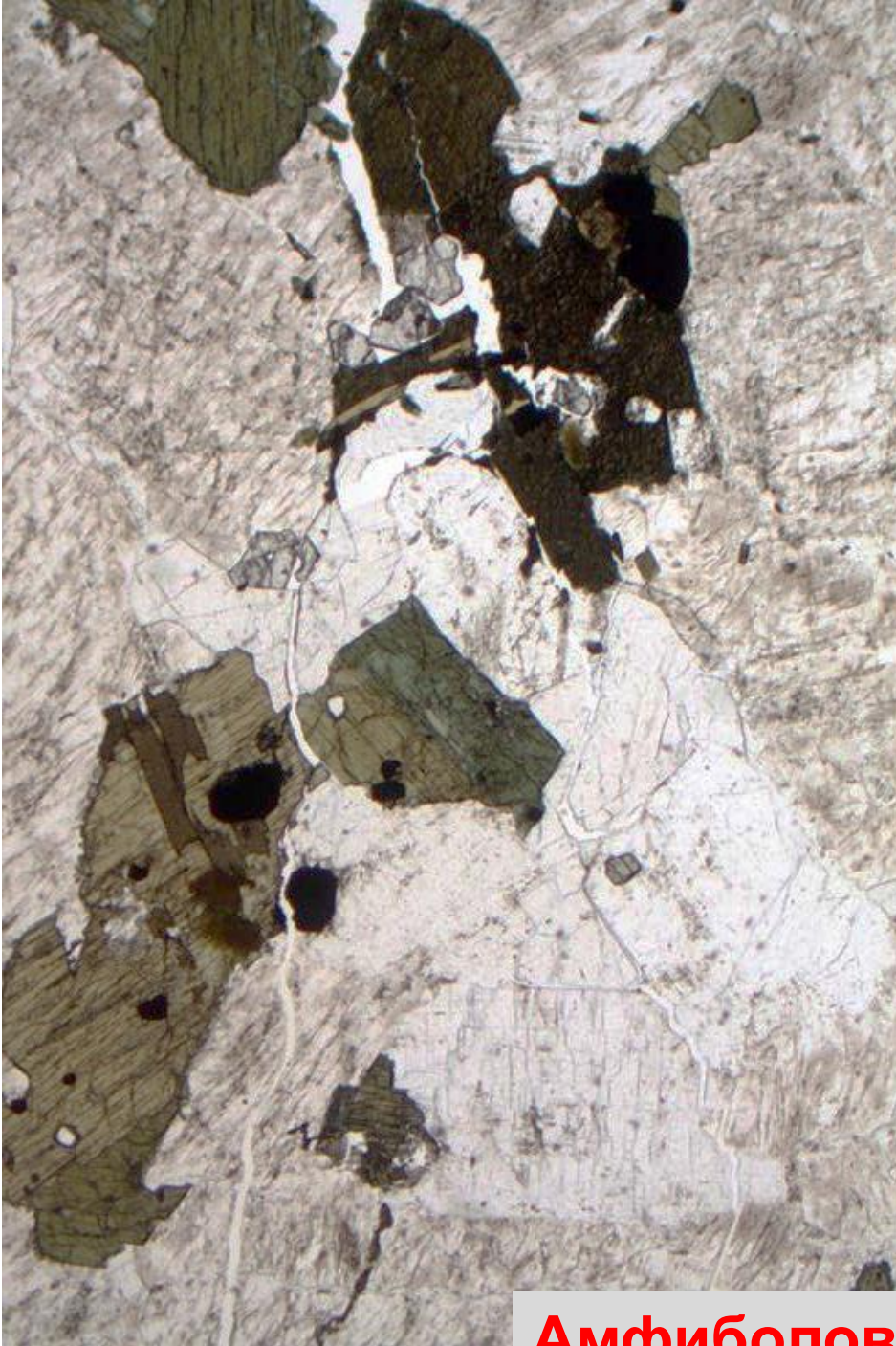


Породообразующие минералы калишпат, плагиоклаз (An10-50), пироксены (авгит, ортопироксен), амфиболы (роговая обманка, керсутит, гастингсит), биотит. Кварц до 5% в сиенитах и монцонитах и 5-20% в кварцевых сиенитах и монцонитах

Цветное число: 5-30.

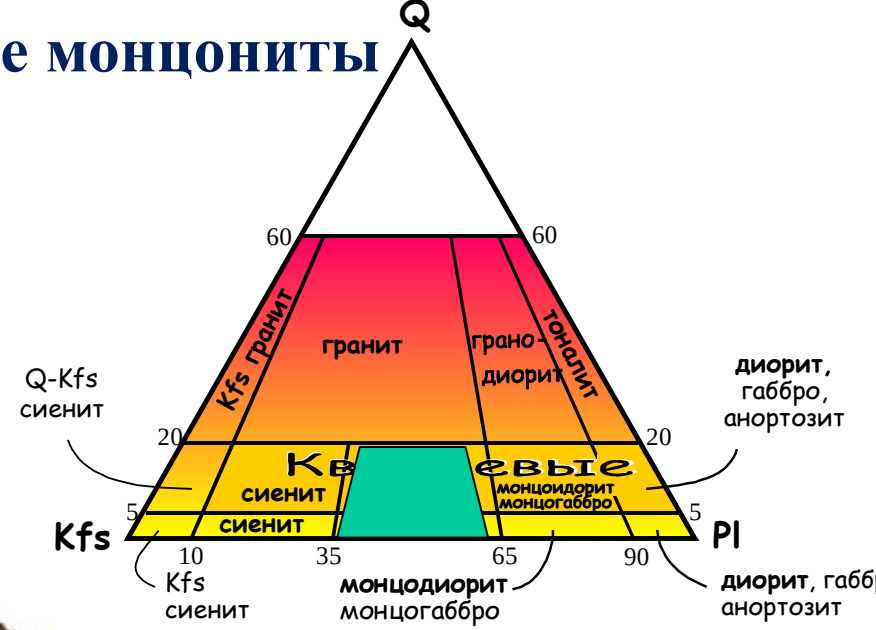
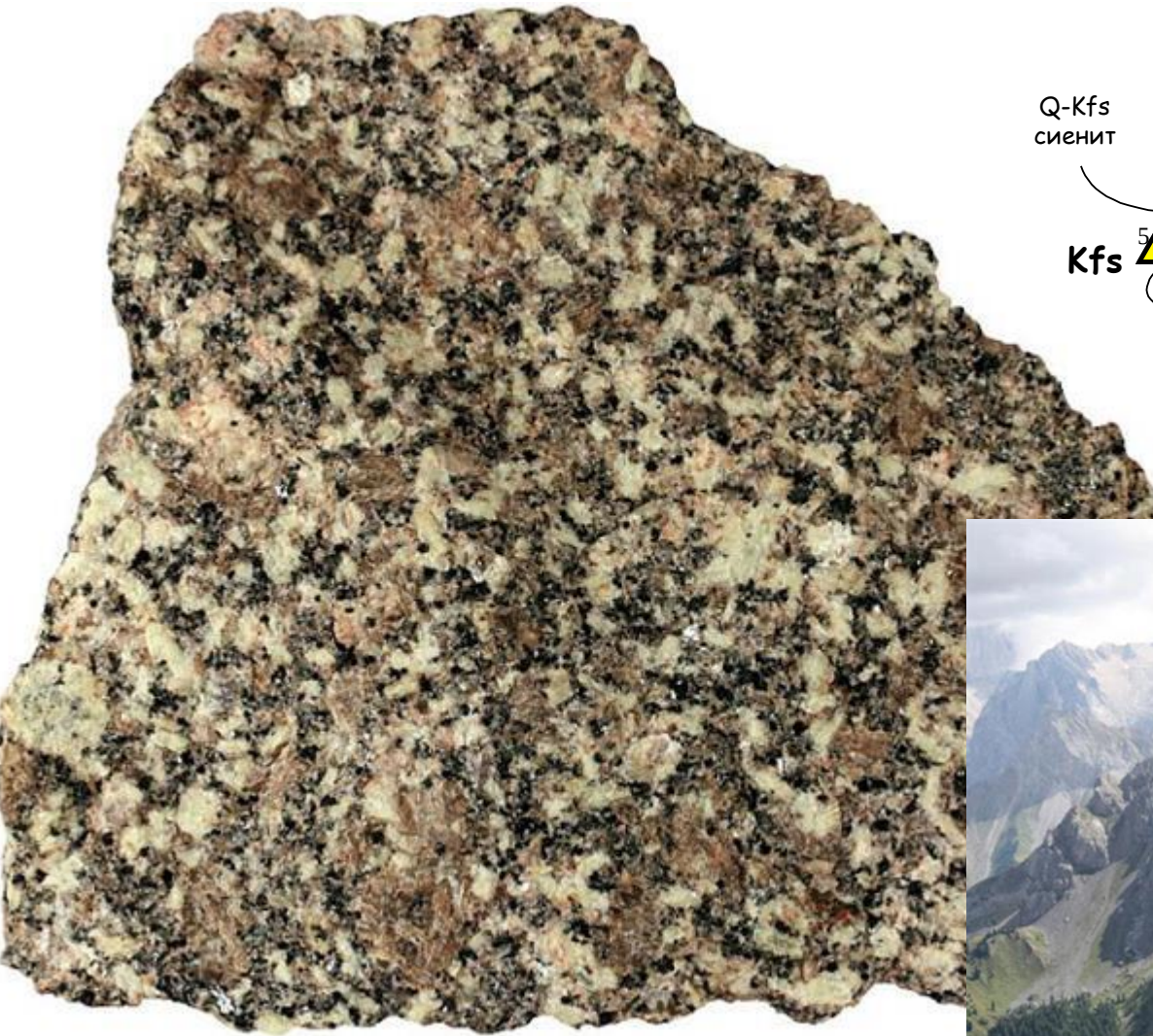
Акцессории

сфен, ильменит, циркон, фазы редкоземельных элементов (ортита, монацита, ксенотима), корунд, флюорит, бадделеит, ториянит, торит, фергусонит, самарскит и др.



Амфиболовый сиенит

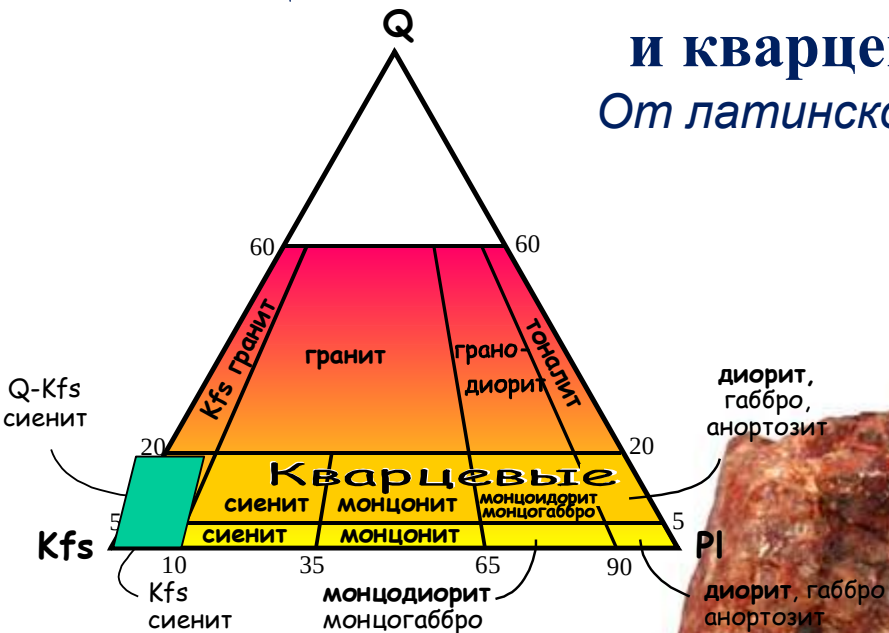
МОНЦОНИТЫ и кварцевые монцониты

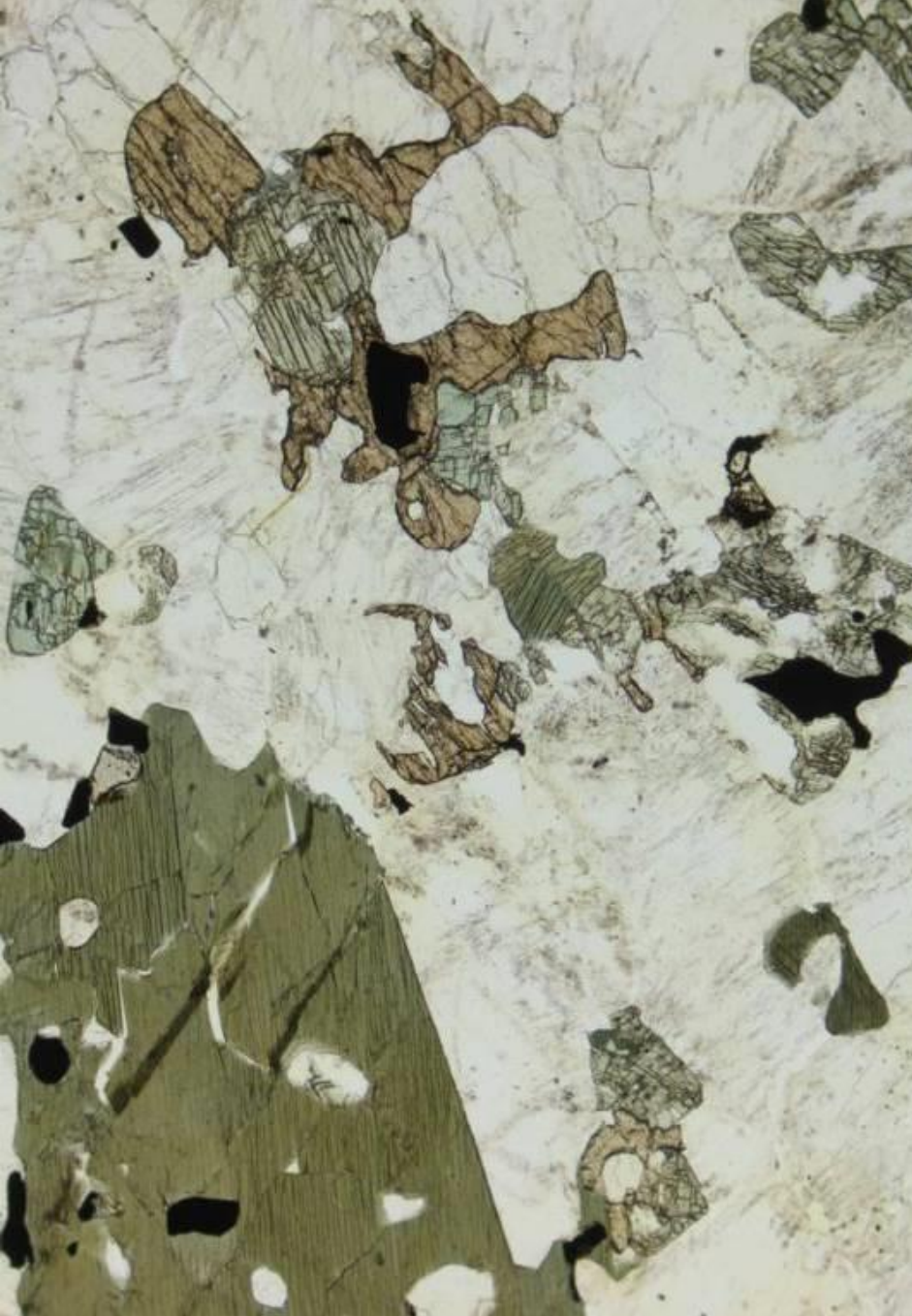


ЩЕЛОЧНО-ПОЛЕВОШПАТОВЫЕ СИЕНИТЫ

и кварцевые сиениты

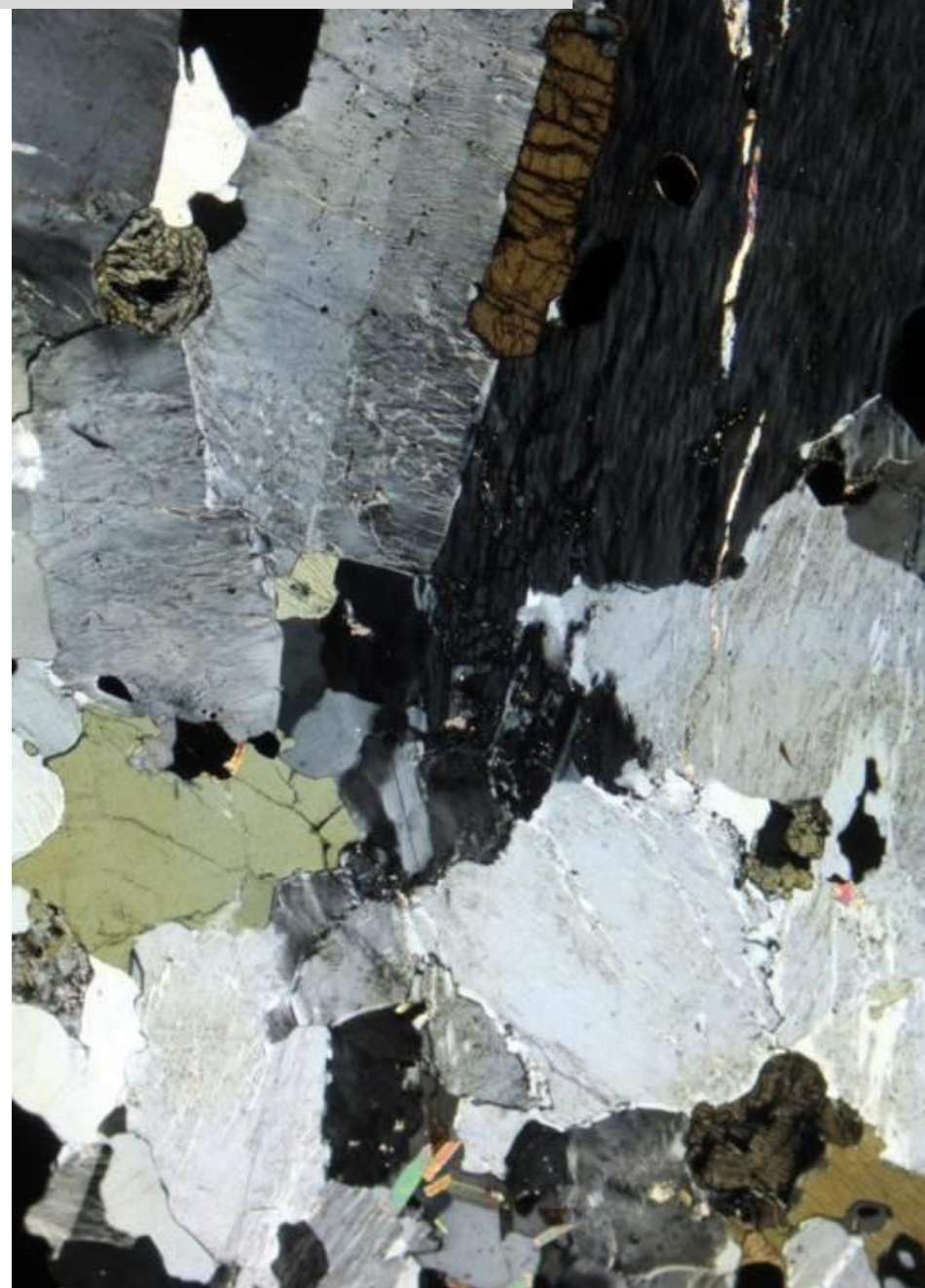
От латинского "Lapis Syenitis" (lapis = камень) из Syene (древний город в Южном Египте)





Калишпатовый пироксен-амфиболовый сиенит

Калишпатовый пироксен-амфиболовый сиенит





Калишпатовый пироксен-амфиболовый сиенит

Субщелочные эффузивные породы

Трахиты

порфировые

афировые

Вкрапленники:

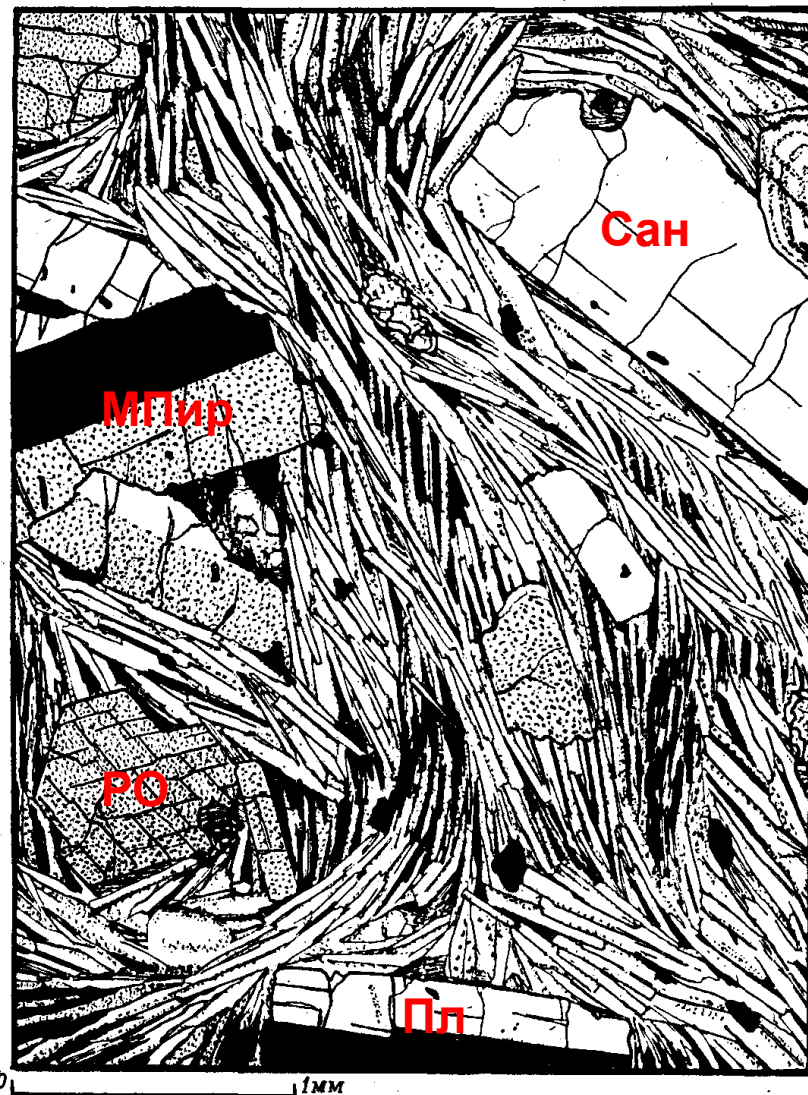
Санидин, Пл, РО, Би,
МПир (Ti)

Осн.масса:

Микролиты КПШ.

Структура осн. массы –
трахитовая или
ортофировая

Трахит. Основная масса –
микролиты КПШ. Структура осн.
массы - трахитовая



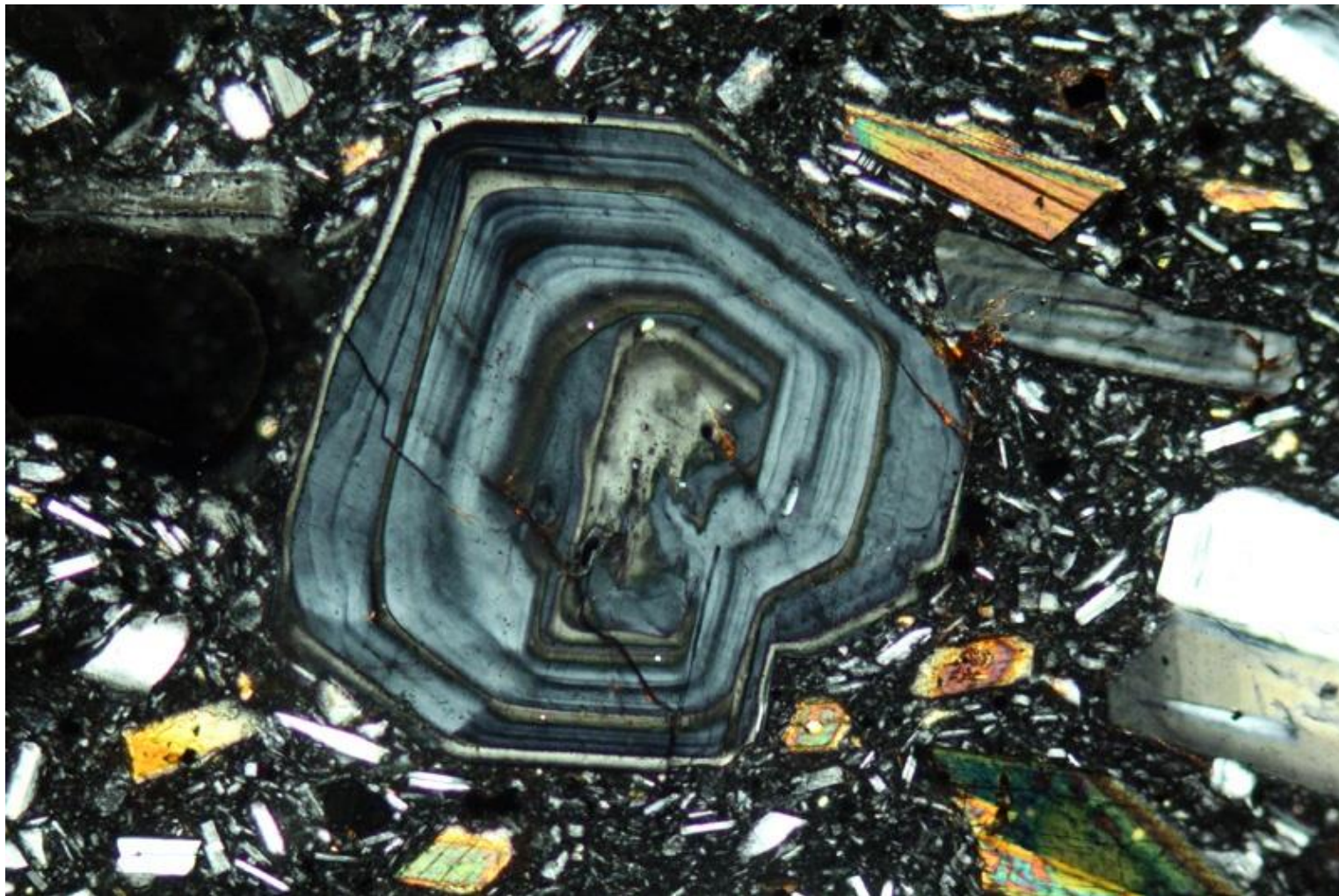
Условия залегания

слагают лавовые потоки, экструзивные и
субвулканические тела

Происхождение.

- 1) Дифференциаты мантийных магм,
- 2) Продукты частичного плавления вещества
континентальной земной коры
- 3) Гибридные образования

Спасибо за внимание!



Зональный кристалл плагиоклаза в андезите