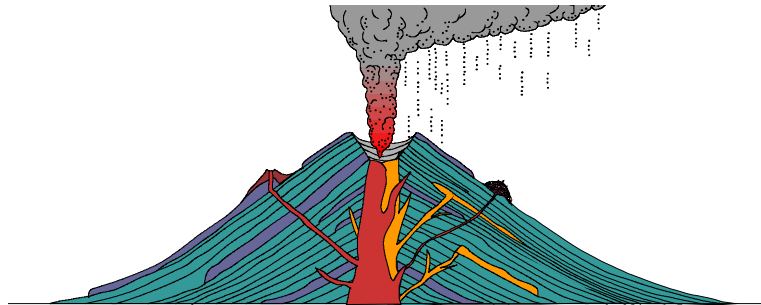


ВУЛКАНИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ РАЗЛИЧНОЙ КРЕМНЕКИСЛОТНОСТИ



$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, вес. %

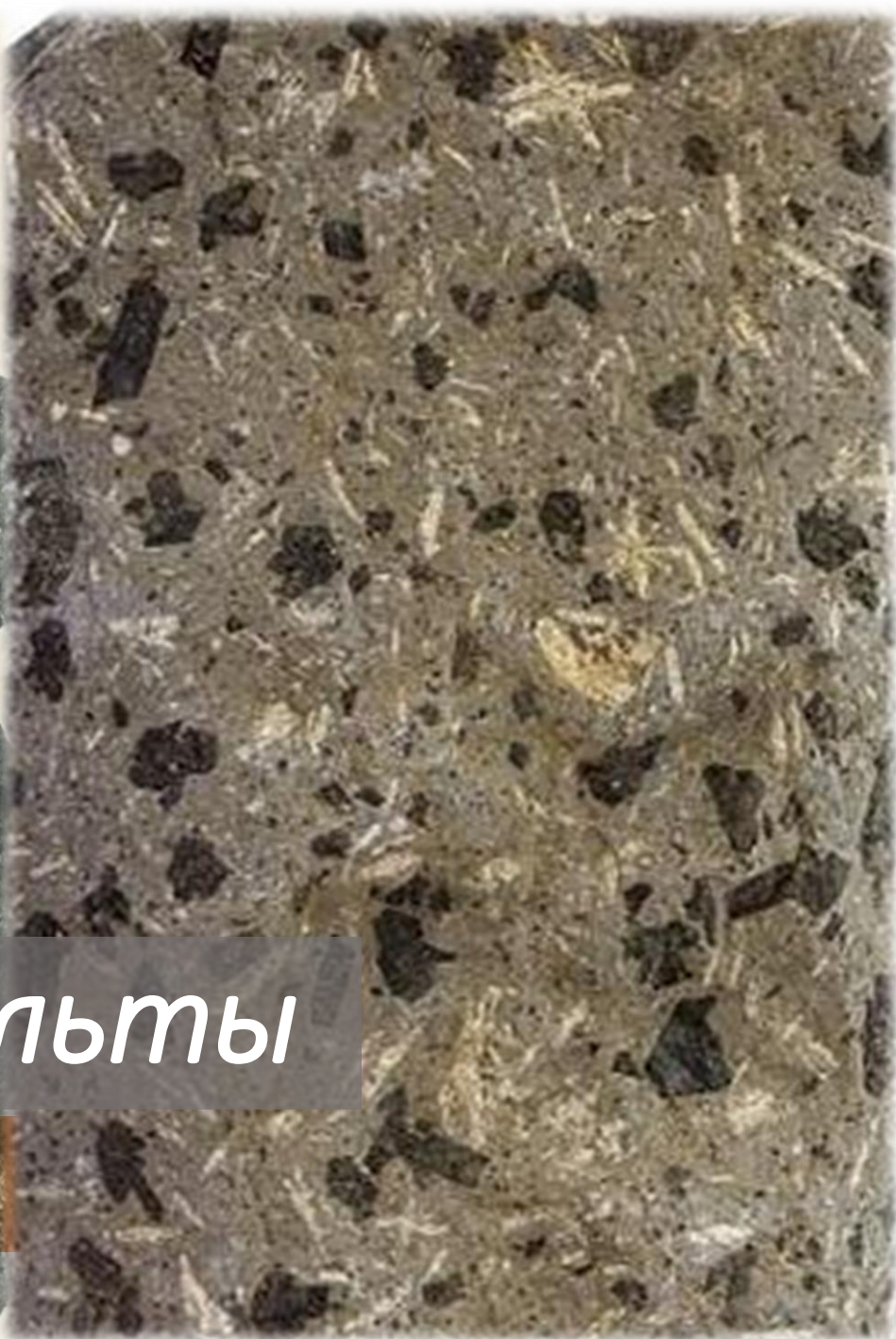
ЩЕЛОЧНЫЕ ПОРОДЫ

СУБЩЕЛОЧНЫЕ ПОРОДЫ

ПОРОДЫ НОРМАЛЬНОЙ ЩЕЛОЧНОСТИ

SiO_2 , вес. %





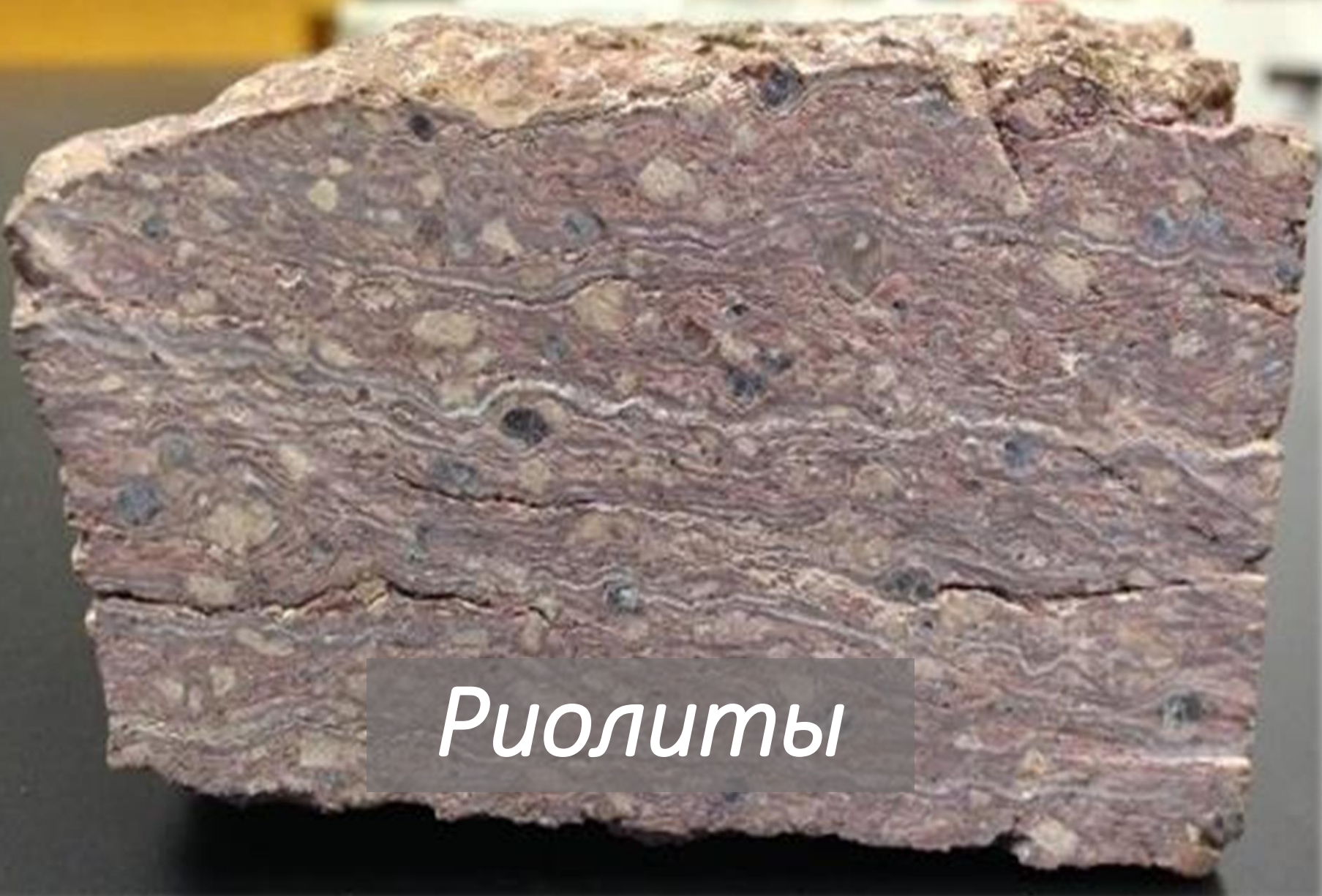
Базальты



Андезиты



Дациты



Риолиты



Базальт (основн.)



Базальт (основн.)



Андезит (средняя)

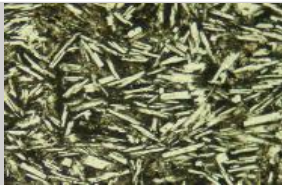
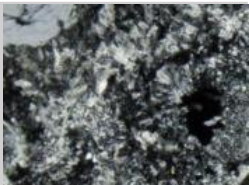


**Дацит
(кислая)**



**Риолит
(кислая)**

Наиболее распространенные эффузивные породы:

	Ультраосновные породы <45%SiO ₂	Основные породы 45-53%SiO ₂	Средние породы 53-65%SiO ₂	Кислые породы >65%SiO ₂	
НАЗВАНИЕ	Пикрит	Базальт	Андезит	Дацит	Риолит
«ГЛАВНЫЙ» ТЕМНОЦВЕТНЫЙ	Ol	Px	Hbl	Bt	
МИНЕРАЛЫ ВКРАПЛЕННИКОВ	<u>Ol</u> , Px	CPx, OPx, Pl (An>50), Ol	Pl (An 50-30), OPx, CPx, Hbl, Bt	Pl (An<30), Hbl, Bt	<u>Qtz</u> , Kfs, Bt, (Pl)
МИНЕРАЛЫ ОСНОВН.МАССЫ	Px, Ol, Pl<10-15%, Mt	Pl, Px, Mt	Pl, Mt	Qtz, Kfs, Pl	
СТРУКТУРЫ ОСНОВНОЙ МАССЫ	«МИКРОЛИТОВЫЕ»			«ФЕЛЬЗИТОВЫЕ»	
«ОСОБЫЕ» ПОРОДЫ	<i>Коматиит</i> – со структурой «спинифекс»; <i>Кимберлит</i> – субщелочной, самые глубинные очаги, источник алмазов		<i>Трахиты</i> – субщелочные и щелочные породы с Kfs	<i>Обсидиан</i> – кислое вулканическое стекло; <i>Игнимбрит</i> – продукт кристаллизации флюидонасыщенной очень подвижной кислой магмы, содержит «фьямме».	
ФОРМЫ ЗАЛЕГАНИЯ	Потоки, покровы. Кимберлиты – трубки взрыва	Потоки, покровы	Короткие мощные потоки, Много пирокластики	Очень короткие и мощные потоки, экструзивные купола. Игнимбриты – покровы.	

**ПЛУТОНИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ
НОРМАЛЬНОЙ ЩЕЛОЧНОСТИ
РАЗЛИЧНОЙ
КРЕМНЕКИСЛОТНОСТИ**

Цветное число

(% темноцветных минералов в породе):

Ol+Opx



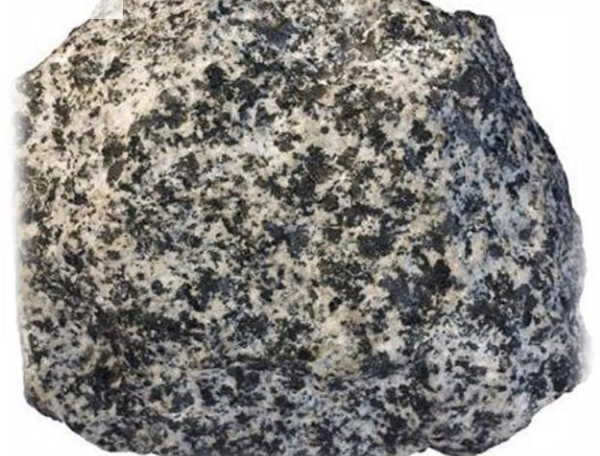
Гарцбургит (ультраосн.)
100%

Pl+Cpx



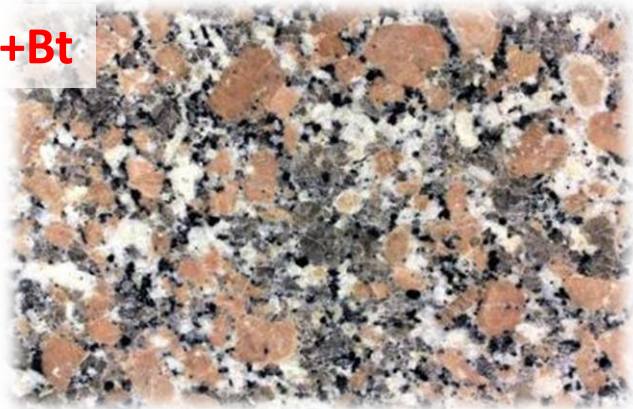
Габбро (основн.)
50%

Pl+Hbl

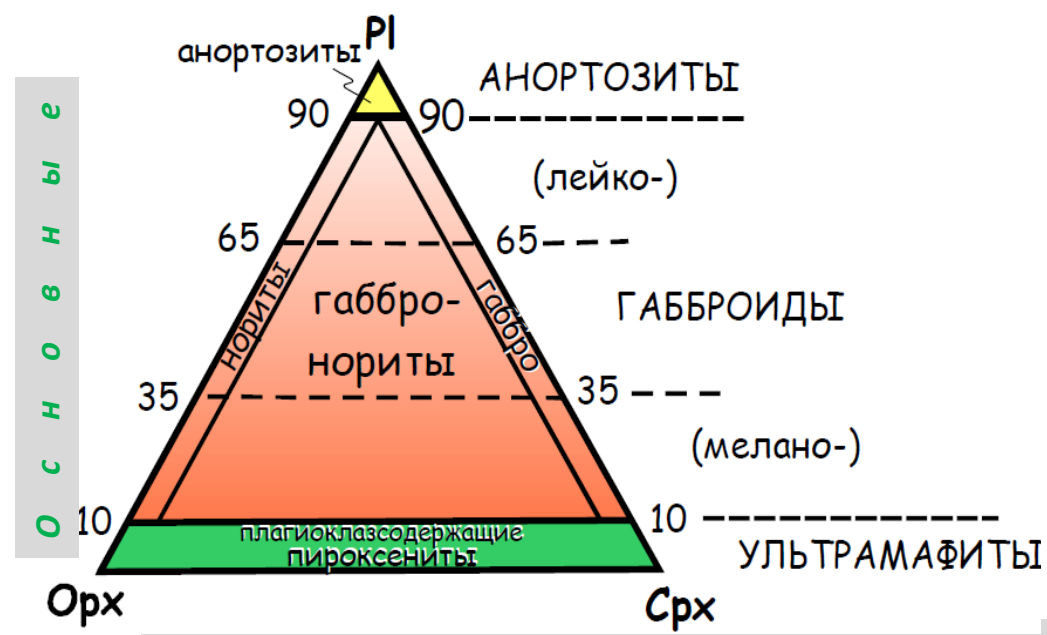


диорит (средняя)
25%

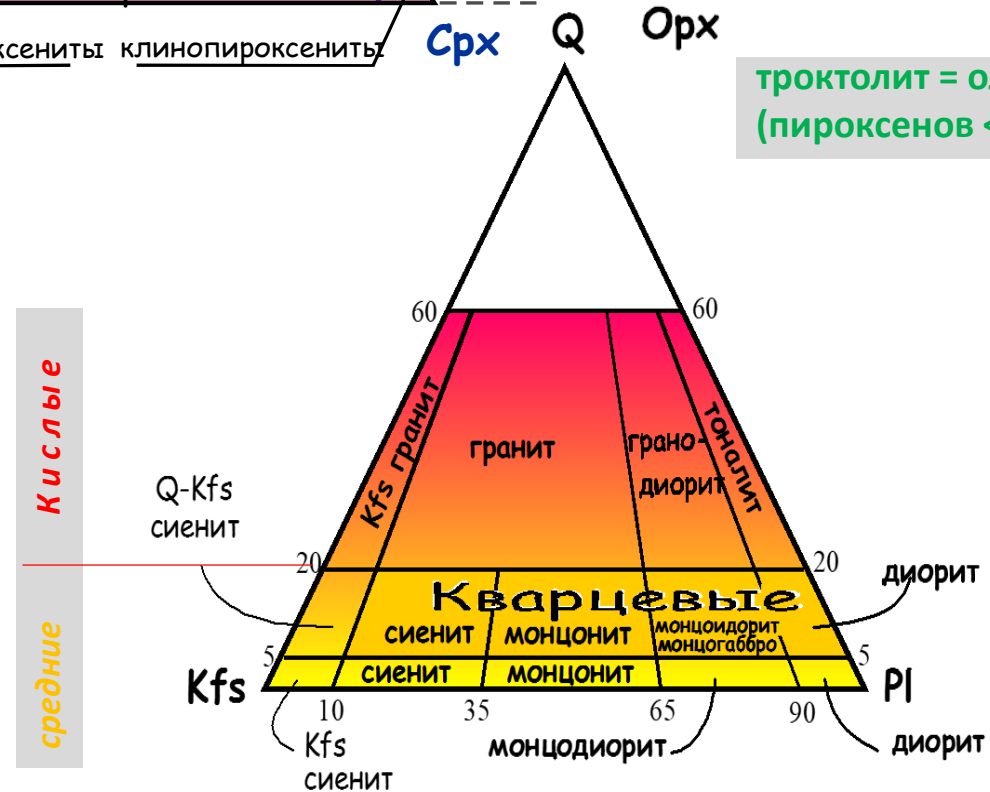
Q+Kfs+Pl+Bt



Гранит (кислая)
10%



троктолит = оливин+плагиоклаз (пироксенов <5%) –основная порода



ультраосновные
основные

Кислые
средние

Наиболее распространенные интрузивные породы нормального (по содержанию щелочей) ряда.

	Ультраосновные породы <45%SiO ₂	Основные породы 45-53%SiO ₂	Средние породы 53-65%SiO ₂	Кислые породы >65%SiO ₂
<i>Типичное цветное число (%темноцветных)</i>	Около 100	Около 50	15-35	0-15
<i>Наиболее типичный темноцветный</i>	Ol	Px	Hbl	Bt
<i>Главные минералы</i>	<u>Ol</u> , OPx, CPx	CPx, OPx, Pl (An>50), Ol	Pl (An 50-30), Hbl, Bt, Qtz, Kfs,	Pl (An<30), <u>Qtz</u> , Kfs, Bt
<i>Второстепенные минералы</i>	Pl (An>70), Hbl, Bt	Hbl, Bt, оч.редко - Qtz	CPx	Hbl, Mu
<i>Примеры типичных пород</i>	Дунит, гарцбургит, лерцолит, верлит	Габбро, норит, габбронорит, анортозит, троктолит	Диорит, монцодиорит, монцонит, сиенит (+ они же кварцевые)	Гранит, гранодиорит, тоналит
<i>Эффузивные аналоги</i>	Пикрит	Базальт	Андезит	Дацит, риолит

Степень идиоморфизма кристаллов в плутонических породах

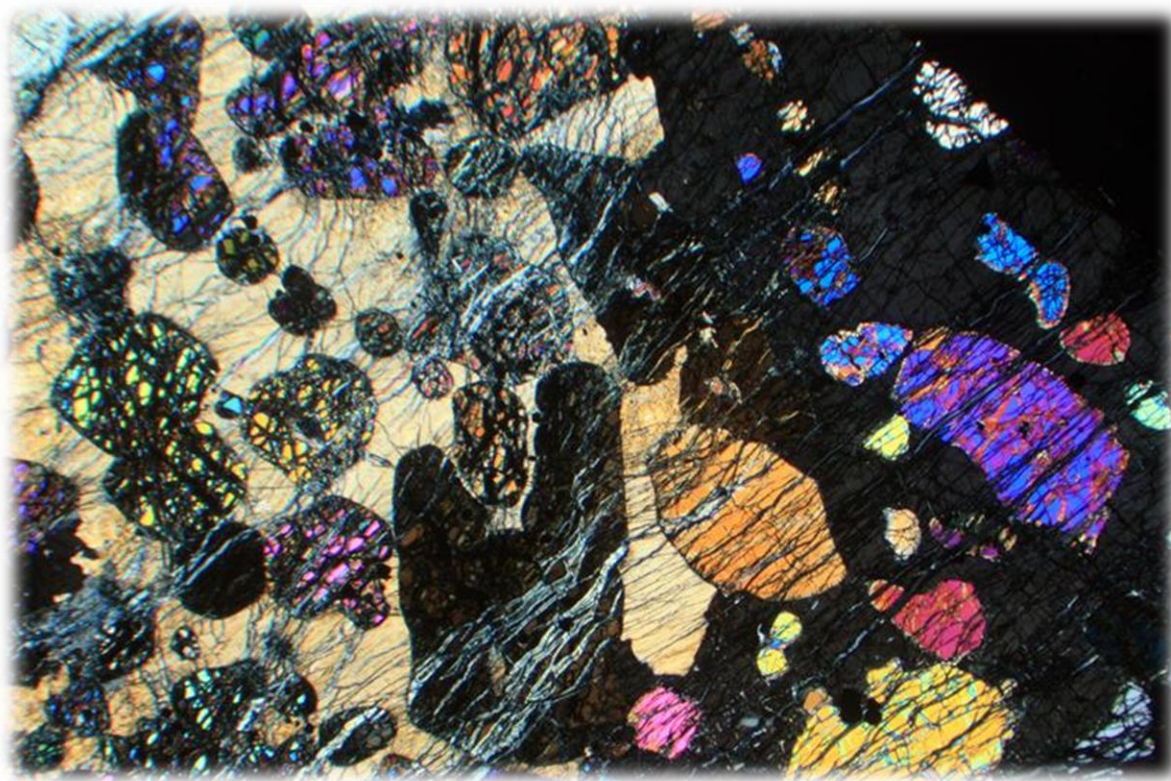
По степени идиоморфизма кристаллов в плутонических породах, выделяют 3 главных вида структур:

-панидиоморфнозернистые (все кристаллы идиоморфные, обычно кумулятивные породы);

-паналлотриоморфнозернистые (все кристаллы ксеноморфные);

-гипидиоморфнозернистые (разная степень идиоморфизма кристаллов, имеет много разновидностей в зависимости от того, какие минералы слагают породу).

Пойкилитовая структура — относительно крупное зерно одного минерала включает в себе многочисленные более мелкие кристаллы других минералов. Может встречаться в различных породах.



Пойкилитовый кристалл клинопироксена (желтая интерференционная окраска I порядка), заключающий в себе многочисленные кристаллы оливина.

Сидеронитовая структура — ксеноморфные кристаллы рудного минерала заключают в себе («цементируют») относительно идиоморфные кристаллы силикатов. Может встречаться в различных породах, но наиболее характерна для основных — рудных габбро и пироксенитов.

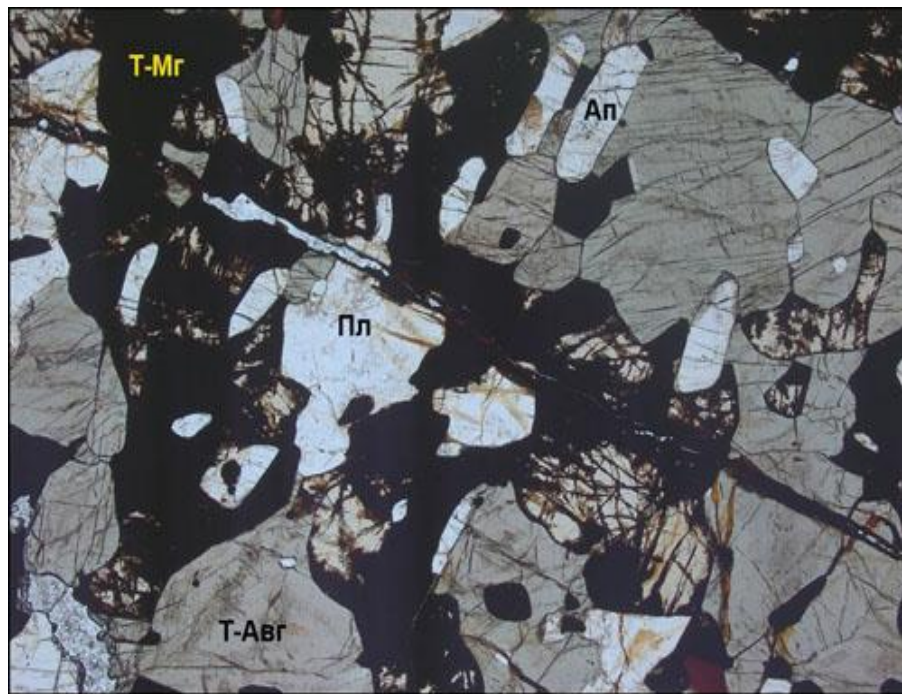


Фото без анализатора

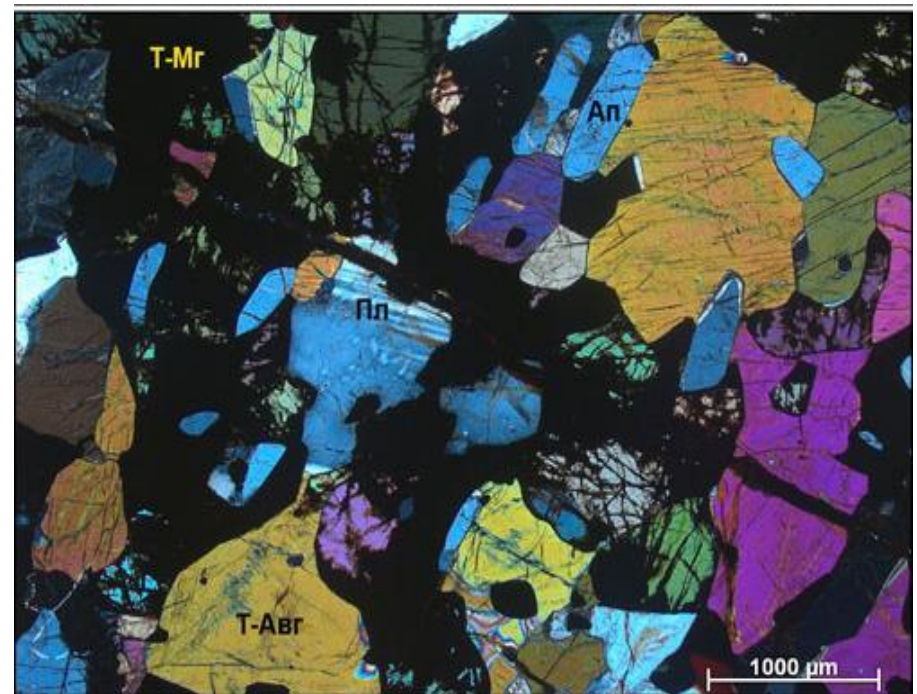


Фото с анализатором

Габбровая структура — примерно одинаковая степень идиоморфизма плагиоклаза и темноцветных минералов. Кристаллы плагиоклаза не очень удлинённые. Характерна для абиссальных (глубинных) габброидов.

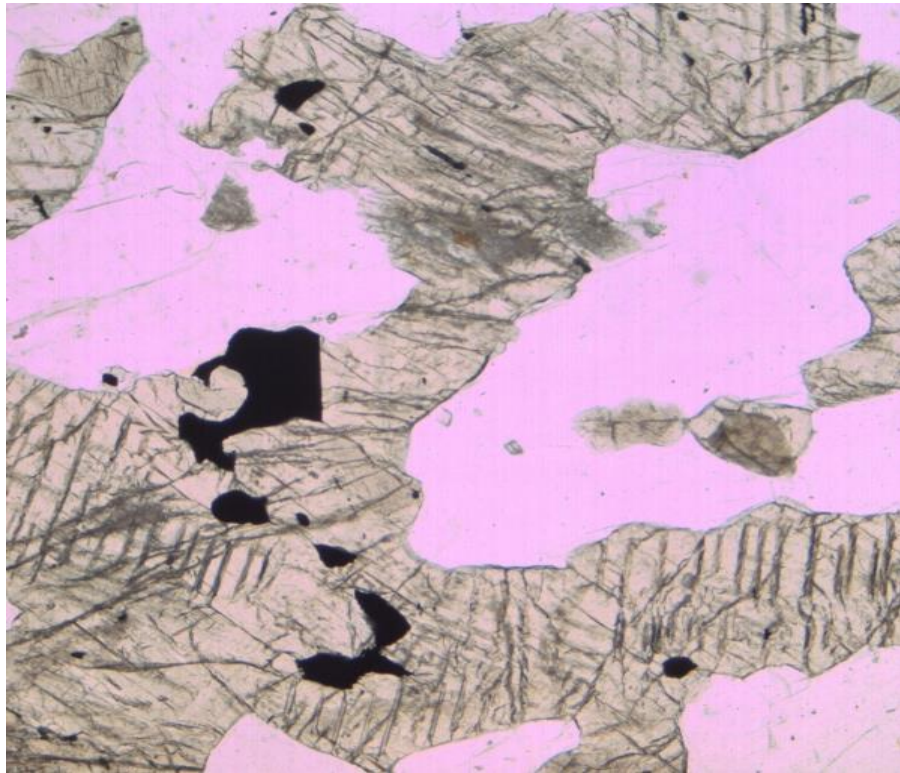


Фото без анализатора

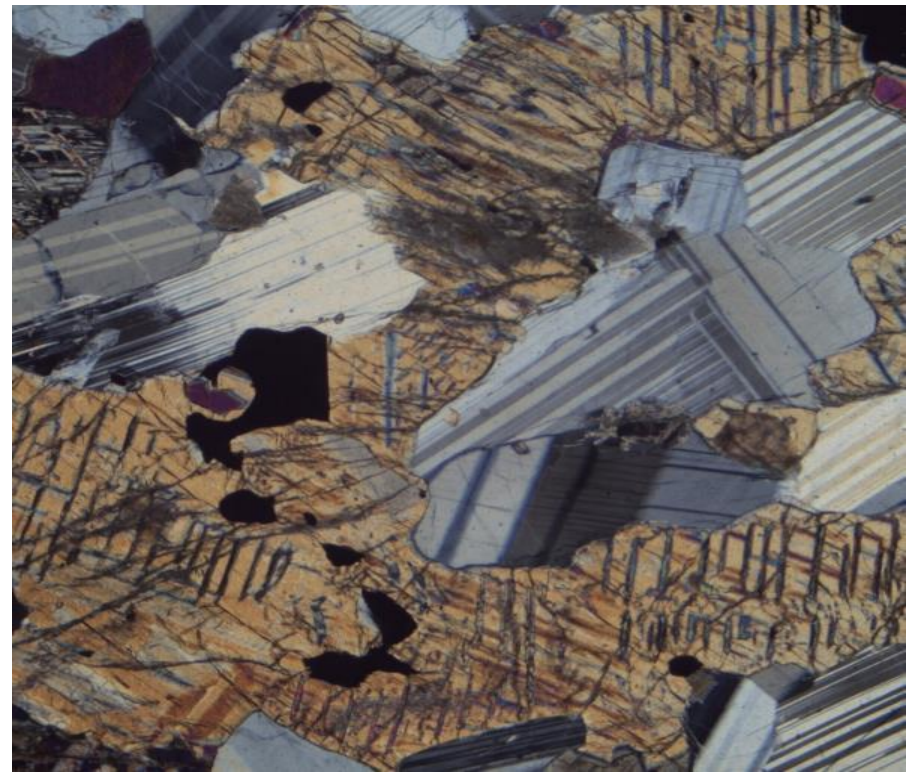


Фото с анализатором

(Сторона квадрата каждого фото 3мм)

Офитовая структура — плагиоклаз гораздо идиоморфнее темноцветных минералов. Кристаллы плагиоклаза очень удлиненные. Характерна для гипабиссальных (неглубинных) габброидов.

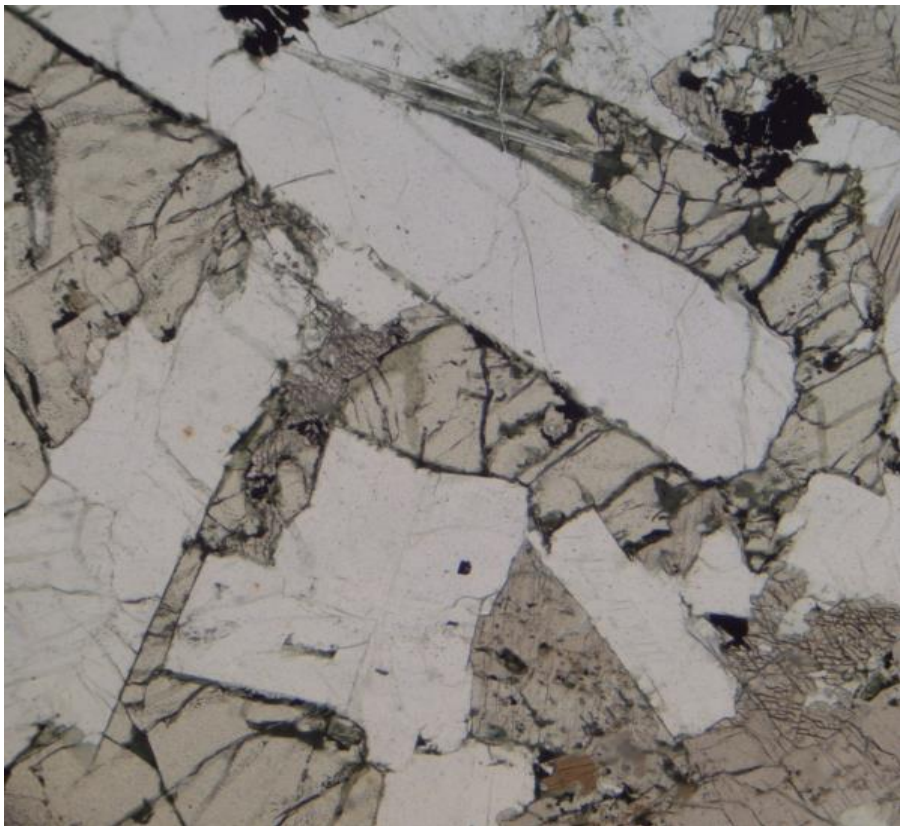


Фото без анализатора

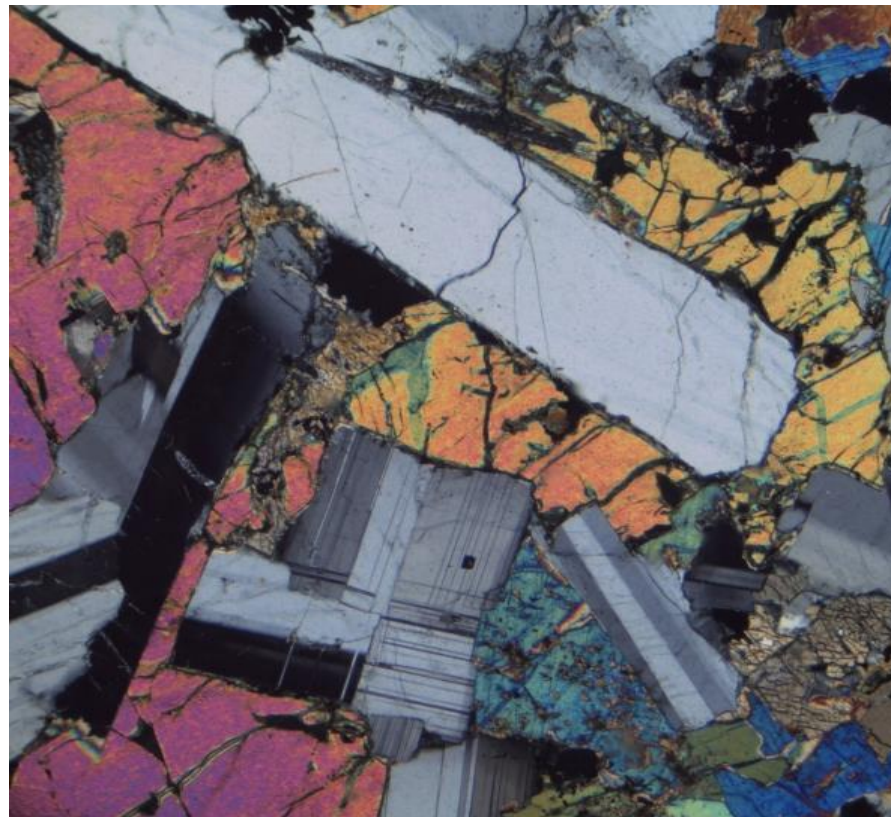


Фото с анализатором

(Сторона квадрата каждого фото 3мм)

Долеритовая структура — мелкозернистая офитовая (или пойкило-офитовая как на этом фото) структура. Характерна для мелких приповерхностных тел габброидов — даек, силлов и т.п..

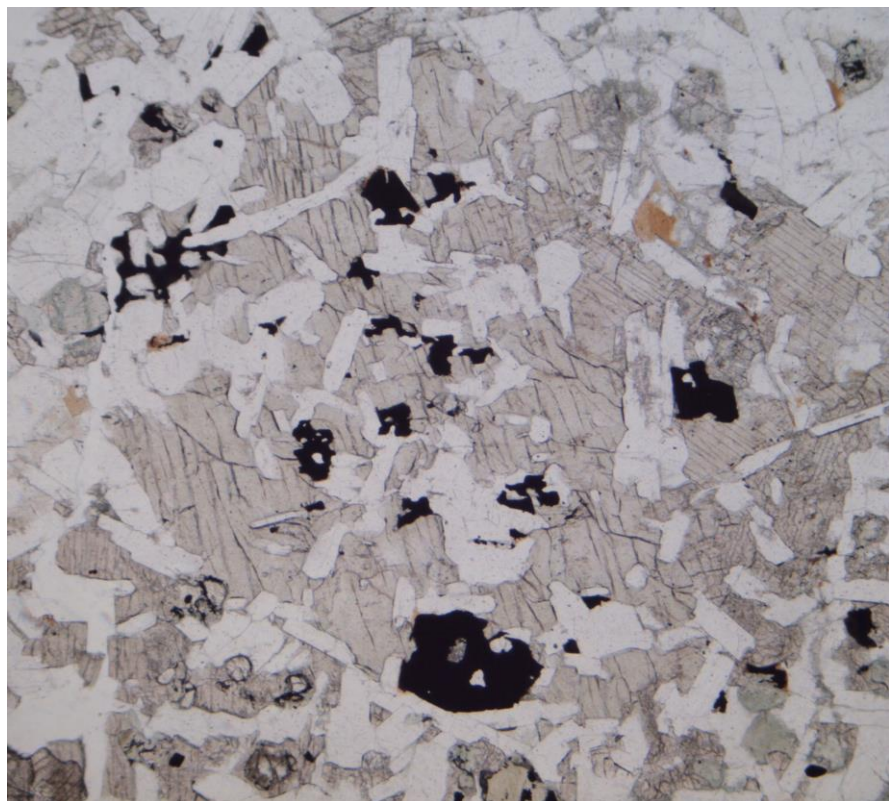


Фото без анализатора

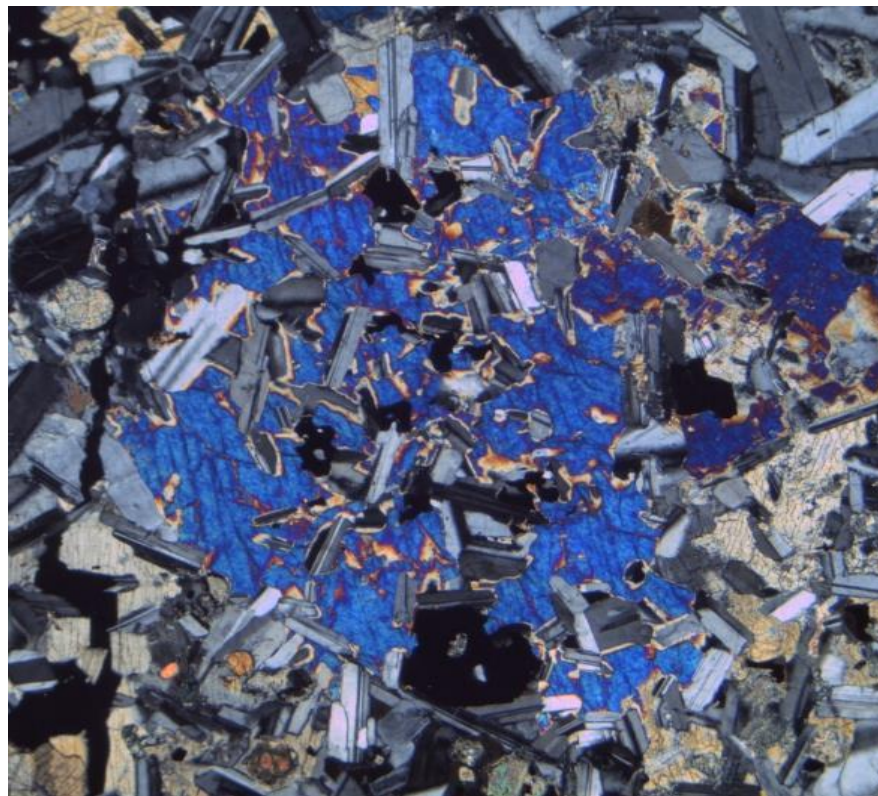


Фото с анализатором

(Сторона квадрата каждого фото 3мм)

Монцонитовая структура — крупные, часто ксеноморфные, кристаллы калиевого полевого шпата заключают в себе идиоморфные кристаллы плагиоклаза, а также других минералов. Характерна для сиенитов и монцонитов.



Фото без анализатора

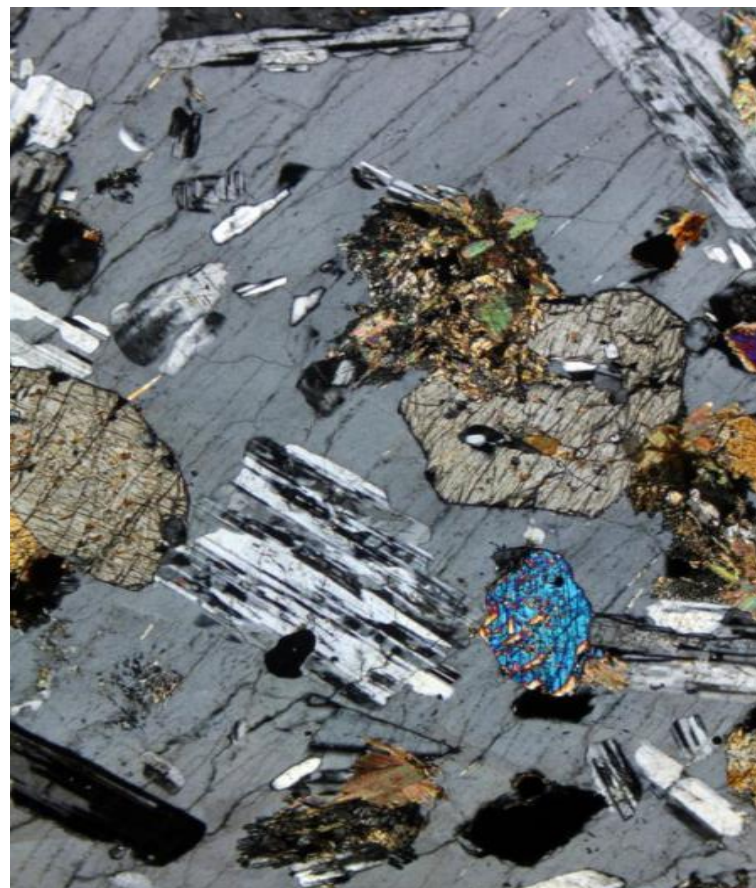


Фото с анализатором

(Сторона квадрата каждого фото 3мм)

Гранитная структура — невысокая степень идиоморфизма всех минералов, при этом кристаллы плагиоклаза идиоморфнее калиевого полевого шпата, который, в свою очередь, идиоморфнее кварца.

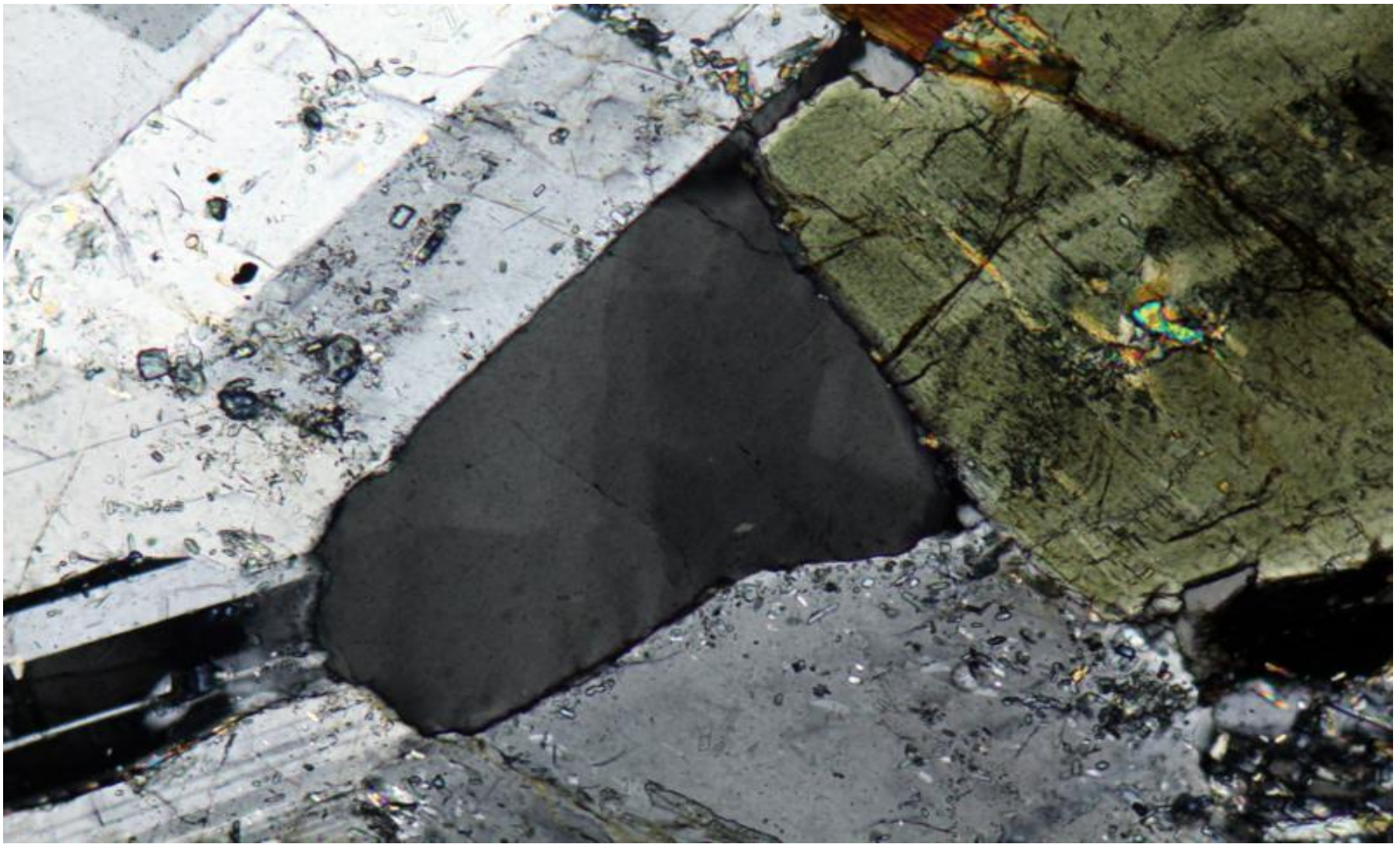


Фото без анализатора



Фото с анализатором

(Сторона квадрата каждого фото 3мм)



Интерстициальный кварц – признак «гранитной структуры»

Агпаитовая структура — крупные ксеноморфные кристаллы щелочных темноцветных минералов, чаще всего эгирина, включают в себе идиоморфные кристаллы фельдшпатоидов и других минералов. Характерна для агпаитовых нефелиновых сиенитов.

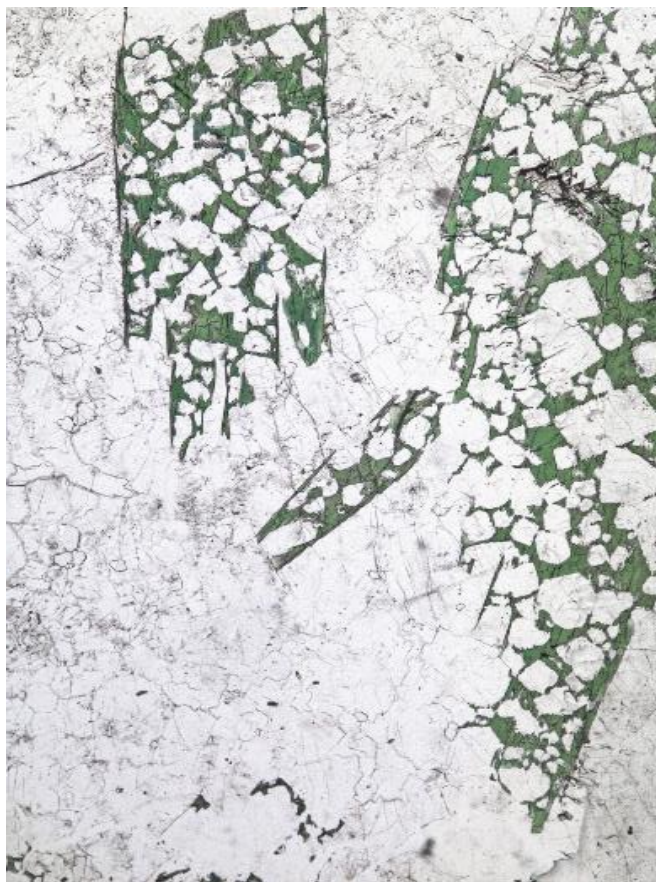


Фото без анализатора



Фото с анализатором

(Сторона квадрата каждого фото 3мм)

Формы залегания вулканических пород

Генетические типы вулканогенных пород:

- **Эффузивные** (effusio – излияние (лат))
- **Экструзивные** (extrude – вытеснять)
- **Эксплозивные** (explosio - взрыв)

Вулканические породы

- I – извергнутые на поверхность (А, Б, В)
- II – субвулканические (без сообщения с поверхностью)
- III – жерловые (частично сообщались с поверхностью)

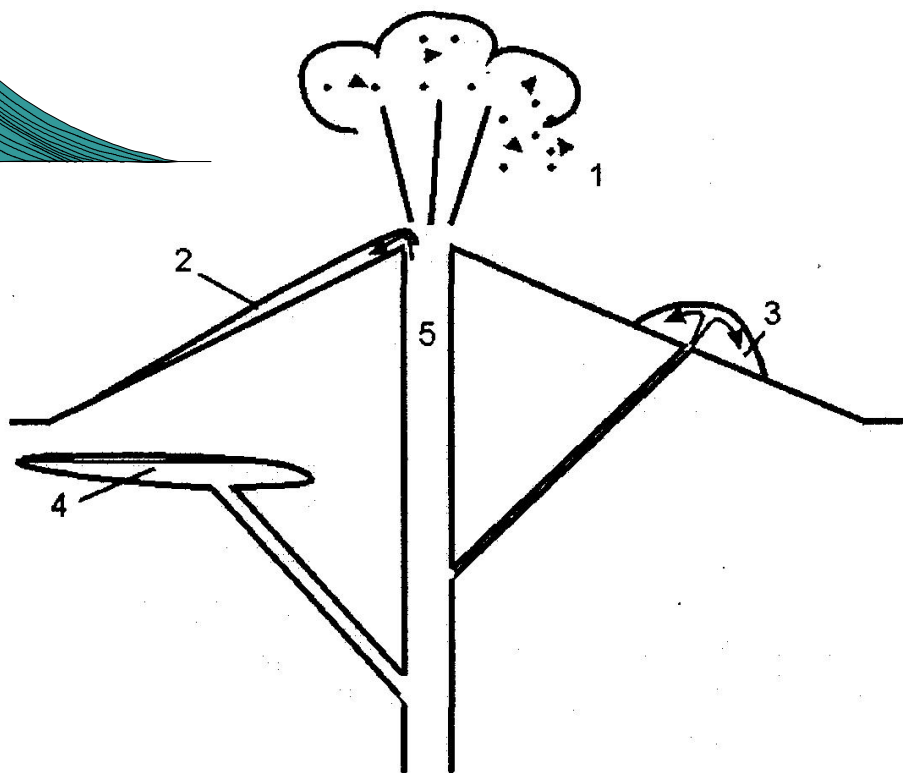
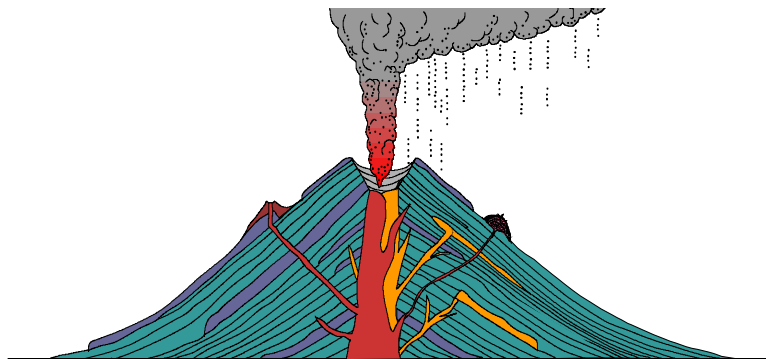


Рис. 2.1. Генетические типы вулканогенных образований и формы их залегания:.

1-3 – стратифицированные: 1 – пирокластические (эксплозивные); 2 – лавы (эффузивные); 3 – экструзивные; 4-5 – рвущие: 4 – субвулканические; 5 – жерловые



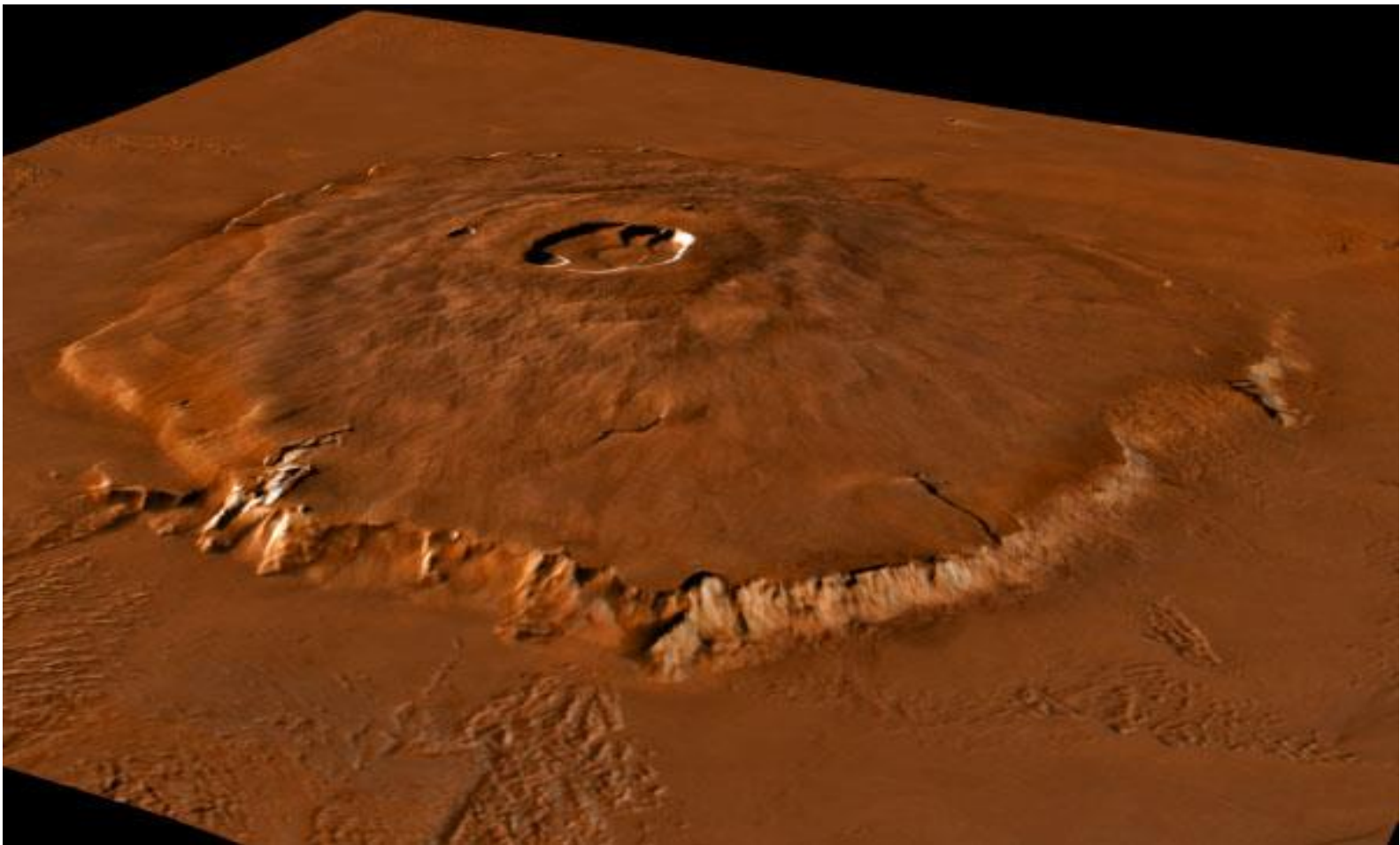
Крафла

Раскалённые фонтаны лавы поднимаются над трещинным извержением на вулкане Крафла на северо-востоке Исландии 6 сентября 1984 года. Фото Майкла Райана, 1984 (Геологическая служба США).



Гавайские два крупнейших щитовых вулкана — Мауна-Лоа (на заднем плане, к югу) и Мауна-Кеа. Мауна-Лоа, крупнейший действующий вулкан в мире, обладает классическим пологим профилем щитового вулкана, сформированного многократными извержениями тонких, перекрывающих друг друга лавовых потоков. Мауна-Кеа также является щитовым вулканом, образованным тем же образом, но её профиль был изменён поздними эксплозивными извержениями, создавшими серию шлаковых конусов, венчающих её вершину.

Фото: Дон Суонсон (Геологическая служба США).



Щитовой вулкан Олимп (Олимпус) на Марсе самый большой из известных вулканов в Солнечной системе. Он занимает площадь, как весь гавайский архипелаг, а высота в 3 раза больше, чем у Джомолунгмы. Вершину вулкана венчает огромная кальдера, края которой расположены на высоте 24 километра. Кальдера имеет 80 км в диаметре и глубину 2.4-2.8 км. Сам вулкан имеет основание около 550 км в диаметре. При этом, склоны его очень пологие, как у всех щитовых вулканов, 2-5 градусов.



Карымский стратовулкан, Камчатка



Ключевской стратовулкан, Камчатка



Вулкан Майон на Филиппинах — один из хороших примеров классического конического стратовулкана на Земле.

Фото: Крис Ньюхолл, 1993 г. (Геологическая служба США).



Два самых высоких вулкана Камчатки.

Каменский вулкан (слева) был сформирован в плейстоцене и сильно разрушен эрозией.

Ключевской вулкан является одним из самых молодых и активных вулканов Камчатки — за последние 6000 лет он вырос до высоты 4835 м.

Фото: Юрий Дубик (Институт вулканологии, Петропавловск).

Морфология лавовых потоков

Морфология лавовых потоков зависит от состава магмы, её вязкости и температуры;

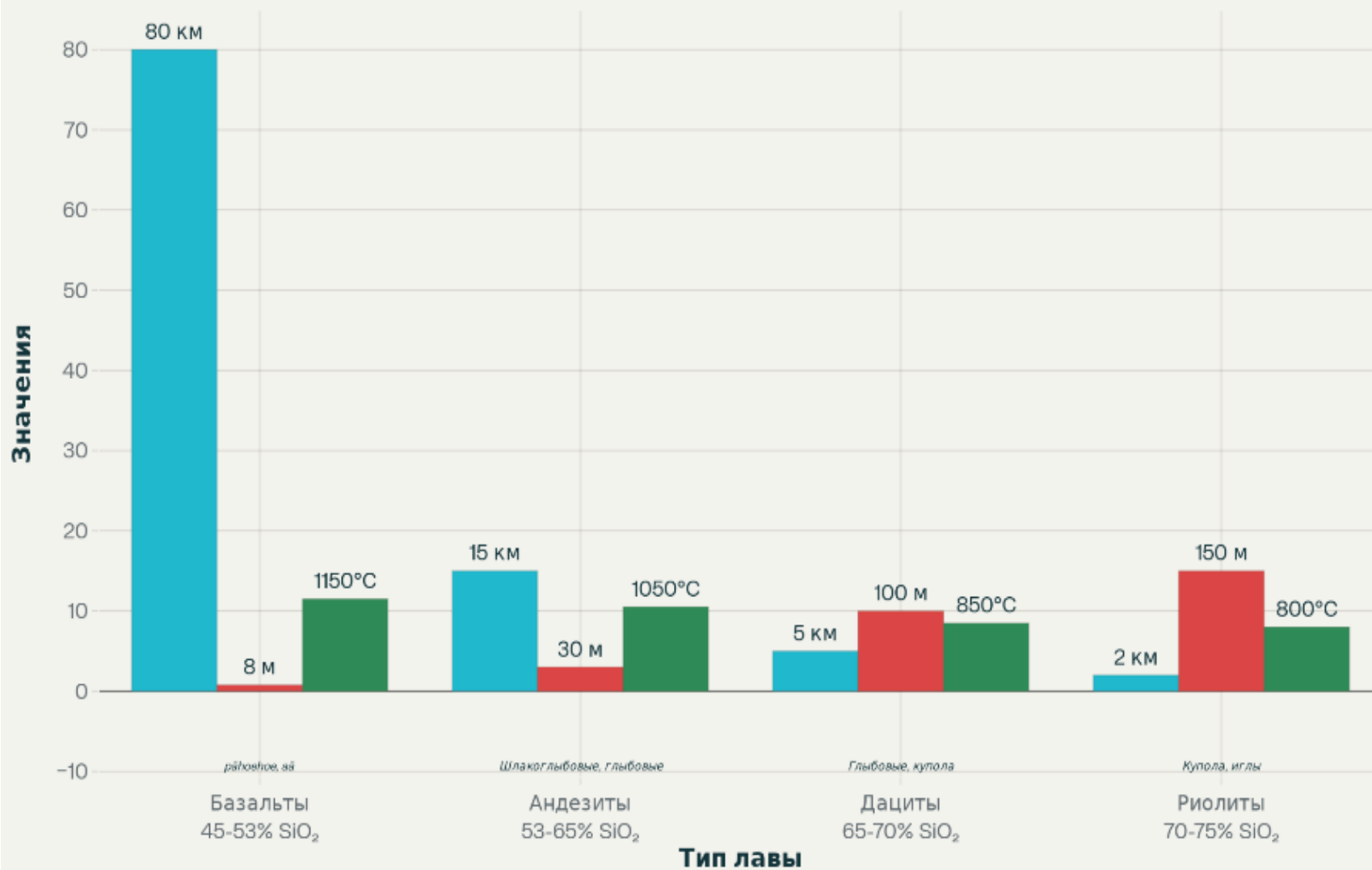
Полимеризация SiO_4 -тетраэдров $\uparrow \rightarrow$
вязкость $\uparrow$

Вязкость лавы:

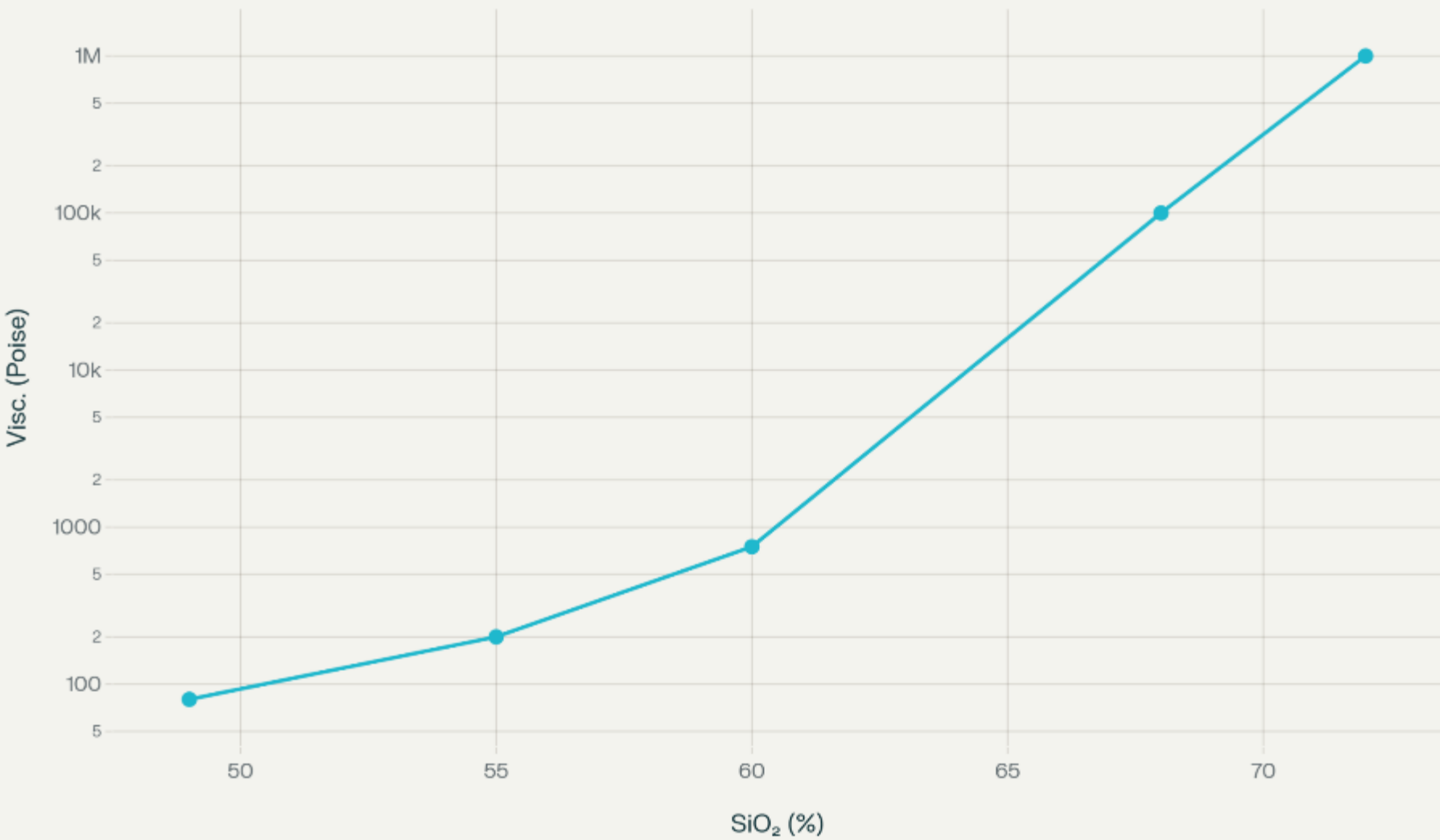
- Базальт: низкая
- Андезит: средняя
- Риолит: очень высокая

Морфология лавовых потоков

■ Длина (км) ■ Мощн. (×10 м) ■ Темп. (×100°C)



Magma Visc. vs SiO₂



Температура извержения

- Базальт: 1100–1200°C
- Андезит: 900–1100°C
- Риолит: 700–900°C

ПОКРОВЫ

ПОКРОВЫ связаны, как правило, с
вулканами трещинного типа и
щитовыми вулканами



*вулкан Килауэа. Лавовые покровы.
Фото: Гавайская вулканическая обсерватория.*



Исландия. Покровы. С покровов может быть от 100 до 1000 кв.км и больше, мощности – от первых м до 100 м.

ПОКРОВЫ

ПОТОКИ характерны для всех
видов вулканов!



*Потоки лавы распространяются от лавового фонтана
вулкана Килауэа.*

*На гавайских островах длина отдельных потоков достигает 50 км
при ширине 2,5 км, при небольшой мощности.*

Фотография Дж. Д. Григгса, 2 июня 1986 года.



Фонтаны лавы вулкана Фернандина на Галапагосских островах в 1978 году питали пальцевидные (ветвящиеся) потоки лавы, которые продвигались по опущенному блоку северо-западной террасы кальдеры — примерно на 380 м ниже её края. Извержение началось 8 августа 1978 года и, по всей видимости, завершилось 26 августа. В течение извержения лавовые потоки прошли 2 км и достигли кальдерного озера, расположенного более чем на 400 м ниже.



*вулкан Момотомбо в Никарагуа
Фотография лавового потока 1905 года*

Фото: Хайме Инсер, 1982 г.



вулкана Майон на Филиппинах

Ночной вид из города Легаспи 14 сентября 1984 года показывает лавовые потоки, спускающиеся по юго-западному склону.

Потоки лав среднего и кислого состава обычно менее протяжённые, поскольку такие лавы обладают более высокой вязкостью.

Фото: Норм Бэнкс, 1984 г. (Геологическая служба США).



Чилийский вулкан Лонкимай

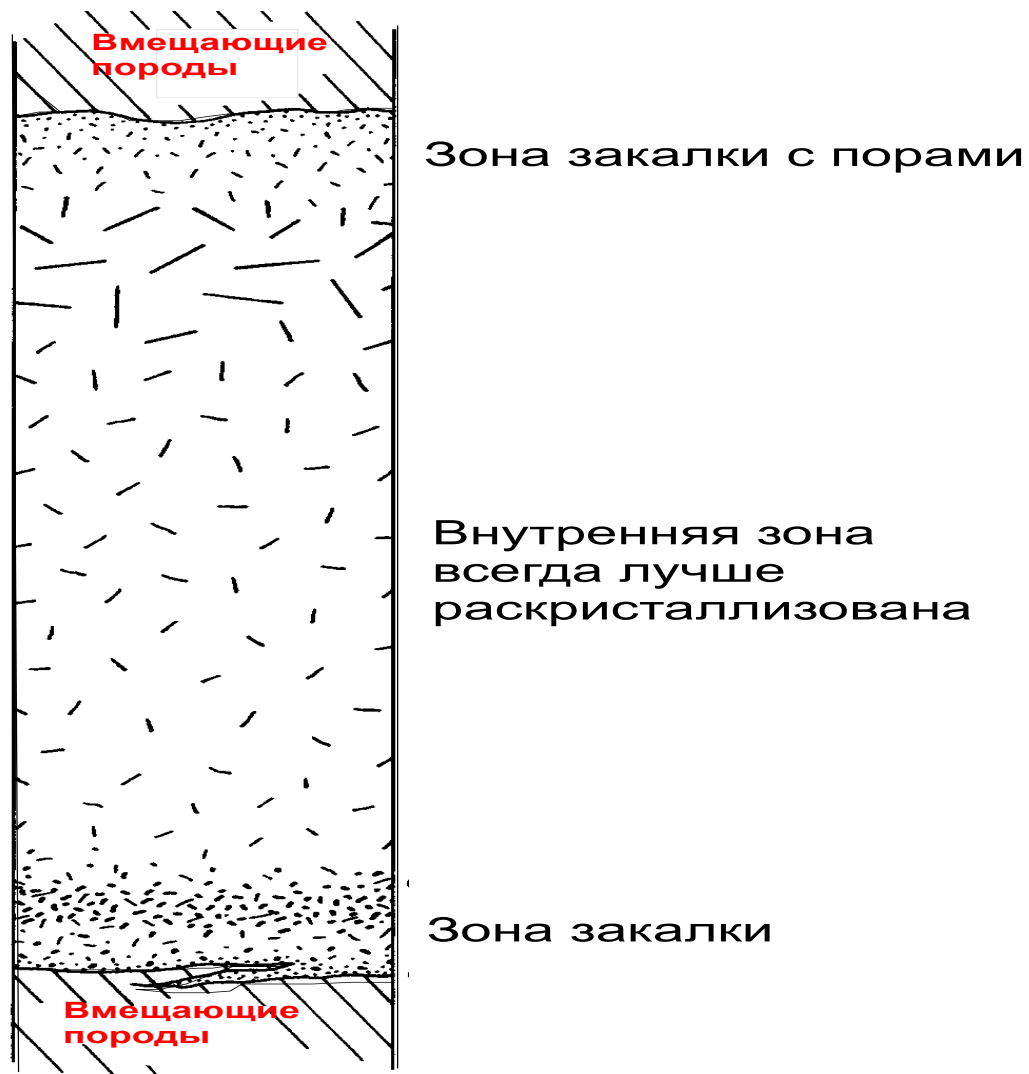
30–35-метровый по толщине и примерно 1 км по ширине лавовый поток. К моменту съемки, 25 марта 1989 года, поток прошёл около 7 км. Выброс лавы начался 27 декабря 1988 года — через два дня после начала извержения, которое продолжалось до января 1990 года. Скорость медленно движущейся фронтальной части потока экспоненциально уменьшалась по мере удаления от жерла. К окончанию извержения лавовый поток достиг расстояния в 10 км от источника.

Фото: Уго Морено, 1989 г. (Университет Чили).

Скорость течения базальтовых лав.

- Базальтовые лавы — до 40-60 км/час
- Средние и кислые лавы — первые км/час

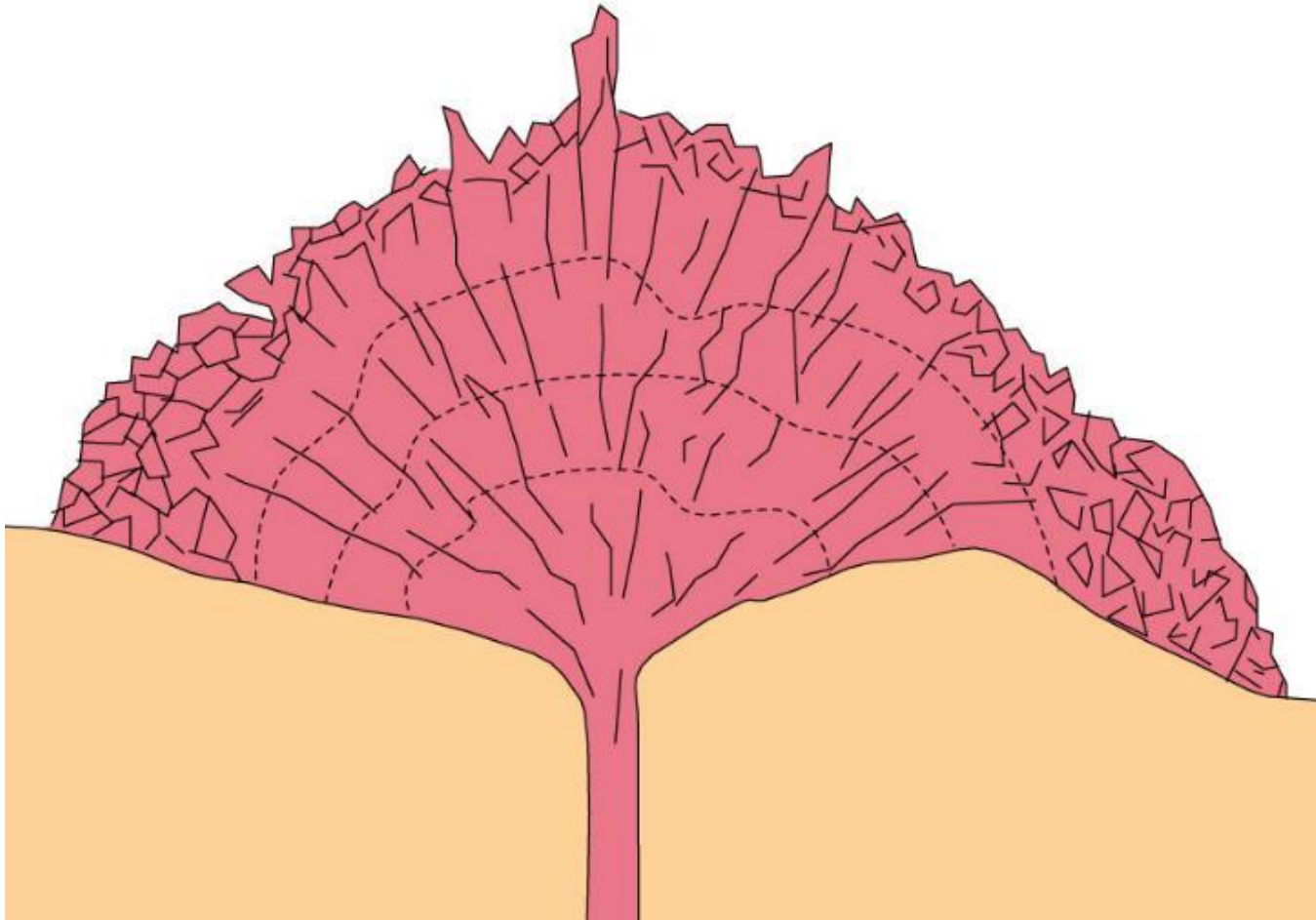
Внутреннее строение потоков и покровов



Экструзивные КУПОЛА, ИГЛЫ, ОБЕЛИСКИ

- Высоты от 100 до 600 м
- Диаметр основания купола $1/2$, $1/3$ его высоты

Экструзивный купол





*Экструзивный купол (слева) вулкана Шивелуч.
Купол начал расти весной 2001 года. У подножия купола виден шлейф
обломочного материала, сформировавшийся в результате частичного
обрушения купола при выжимании новых порций лавы.*



Купол Новый на влк. Безымянный рос с 1956 по 1963 г. с максимальной скоростью вначале, когда за 3 месяца он вырос на 300 м.

Фото: Юрий Дубик (Институт вулканологии, Петропавловск).



Свечение раскалённой лавы видно в трещинах растущего лавового купола в кратере горы Святой Елены 18 октября 1980 года. На фотографии запечатлены начальные стадии формирования купола.

Фото: Терри Лейли, 1980 г. (Геологическая служба США).



Купола лавы образуются в результате выдавливания вязкой, богатой кремнезёмом магмы. Экструзия купола часто происходит после эксплозивных извержений, которые уменьшают содержание газов в оставшейся магме.

Однако рост лавовых куполов нередко сопровождается взрывной активностью и пирокластическими потоками.

Фото: Боб Саймондс, 1983 г. (Геологическая служба США).

Главные морфологические разновидности потоков базальтовых лав

В наземных потоках выделяются две главные морфологические разновидности потоков базальтовых лав:

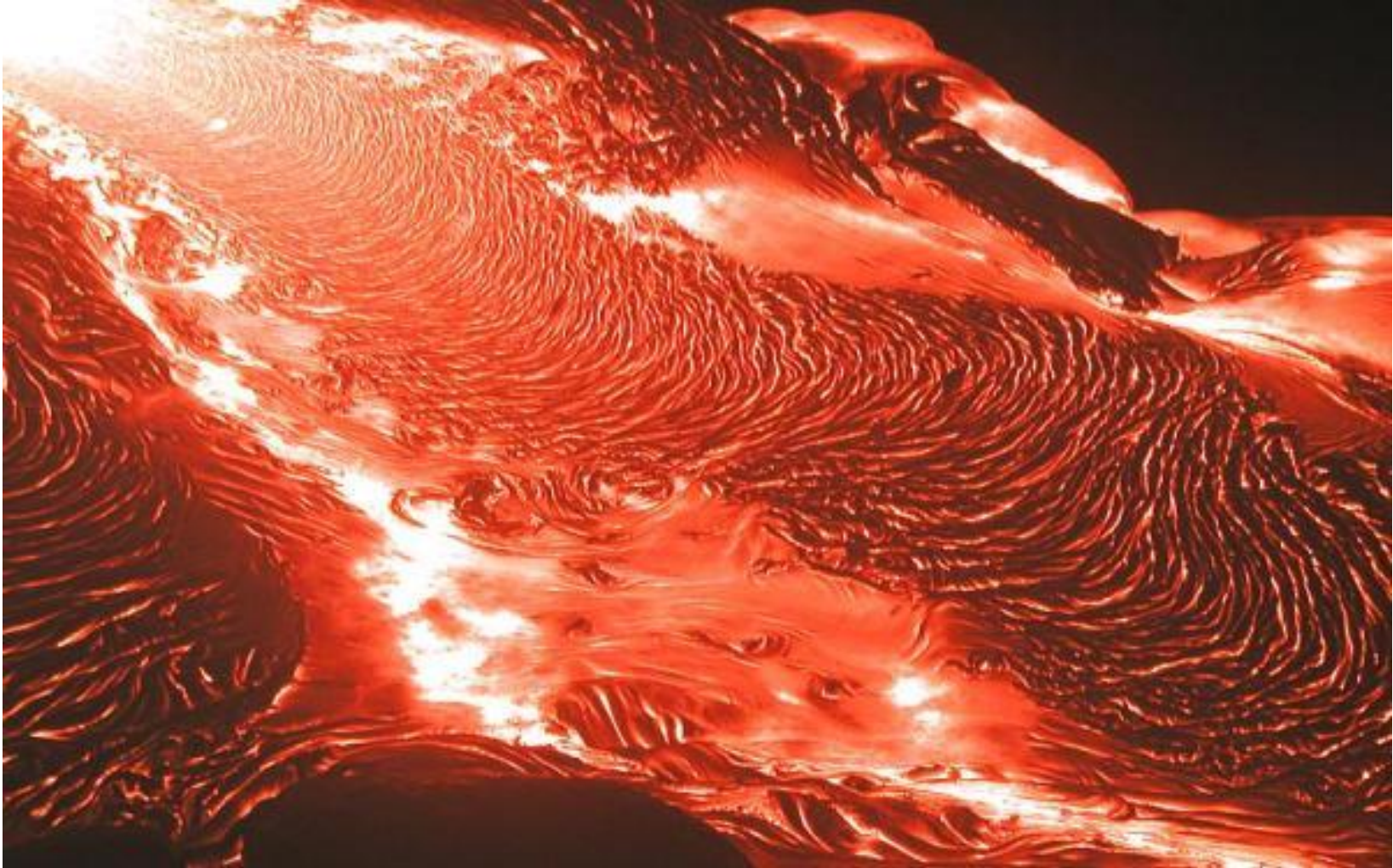
- Волнистые, часто переходящие в канатные
- Глыбовые или блоковые

Волнистые потоки,
часто переходящие в
канатные



вулкан Килауэа, Гавайи

9 ноября 2002 года фронт лавового потока "Дня Матери" начал сдвигаться вправо и за последние 24 часа продвинулся на 140 метров. Поверхность потока имеет замысловатые морщинистыми складками, возникшими за счет деформации во время течения. Видимая ширина фотографии 1-1.5 метра. (по данным М.Ю.Плечова)



*Поток базальтов вулкана Килауэа, Гавайи.
15 сентября 2002г.*



Горячая базальтовая лава с элементами канатного строения поверхности

Глыбовые или блоковые



Глыбовое строение поверхности потока



*Вулкан **Мерапи***

*Блочный лавовый купол, сформировавшийся во время извержений
1972–1985 годов, располагается внутри кратера
вулкана Мерапи в центральной Яве.*

Фото: Том Казадевалл, 1986 г. (Геологическая служба США).



Глыбовое строени поверхности потока



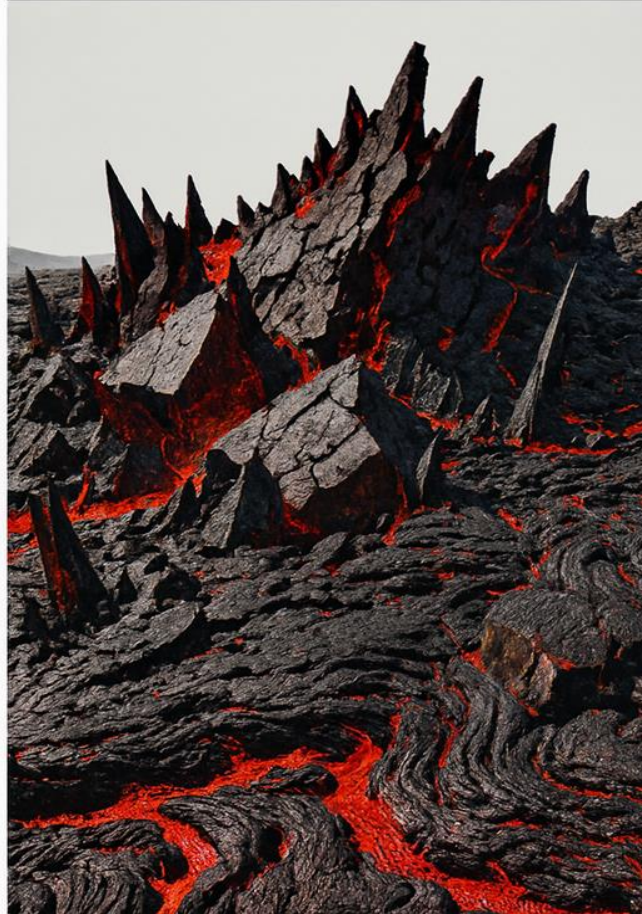
Ход блочного лавового потока, сформировавшегося во время извержения мексиканского вулкана Колима в 1975–76 годах, хорошо виден в центре снимка — он спускается сквозь растительность. Поток возник на вершине купола Колимы и прошёл 3,5 км по её юго-восточному склону.

Фото: Джим Лур, 1983 г. (Смитсоновский институт).

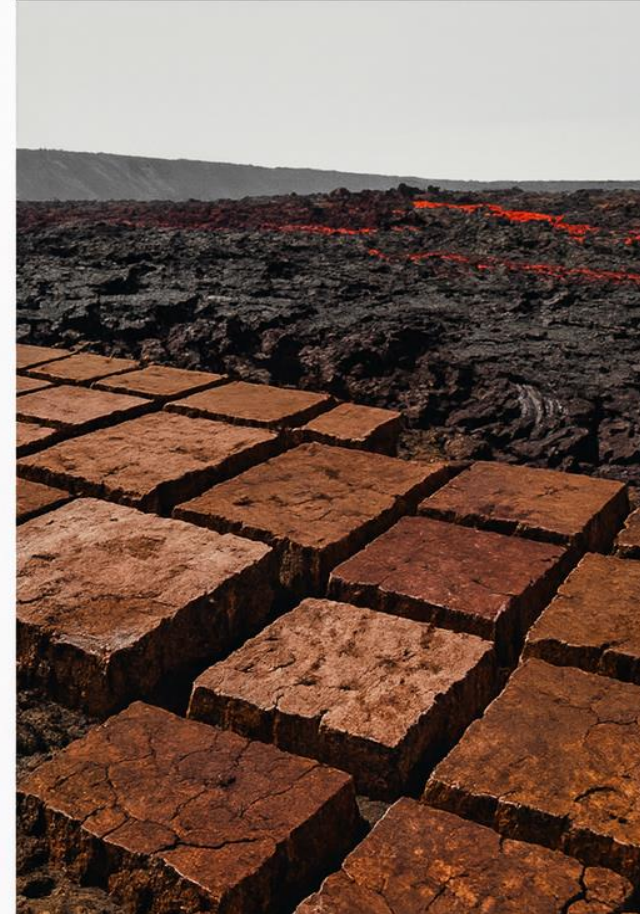
**Гладкая
пахоз: Волнообразная
текстураа**



**Зубчатая
Пики и блоки**



**Блочный
прямоугольные
блоки**



Схематичное изображение различного строения лавовых потоков



Для подводных излияний наиболее характерны шаровые или подушечные лавы



Шаровая отдельность базальтовых лав





Для базальтовых потоков как наземных, так и подводных весьма характерна столбчатая вертикальная отдельность, поперечная к поверхности потоков. Потоки, обнаруживающие этот тип отдельности, расчленяются на ряд полигональных колонн, до десятков метров в высоту, различного диаметра.

Результатом эксплозивной деятельности являются пирокластические породы, которые связаны со стратовулканами. Увлекаемая газовыми выбросами жидкая или затвердевшая лава разрывается на части и разлетается на различные расстояния. При этом эндогенный, вулканический материал, попадая в воздушную или водную среду, отлагается, подвергаясь осадочной дифференциации: более крупные обломки и глыбы оседают вблизи источника извержений, более мелкие — уносятся на большие расстояния.



Вулкан Макиан

Мощная колонна извержения поднимается над индонезийским вулканом Макиан на этом снимке, сделанном 31 июля 1988 года с соседнего острова Моти. Шестидневное извержение началось 29 июля, создавая столбы пепла, которые поднимались на высоту 8–10 км. Пирокластические потоки 30 июля достигли побережья острова, жители которого — около 15 000 человек — были заранее эвакуированы. В завершение извержения в кратере был выдавлен уплощённый лавовый купол.

Фото: Виллем Рохи, 1988 г. (Служба вулканологии Индонезии).



Вулкан Нгаурухое в Новой Зеландии
Вулканический взрыв 19 февраля 1975 года выбрасывает тёмное облако, насыщенное пеплом. В колонне извержения видны крупные, метрового масштаба блоки, за которыми тянутся шлейфы пепла. Блоки размером до 20 метров были выброшены на сотни метров над жерлом.

Фото: Иэн Нэрн, 1975 г. (Геологическая служба Новой Зеландии).



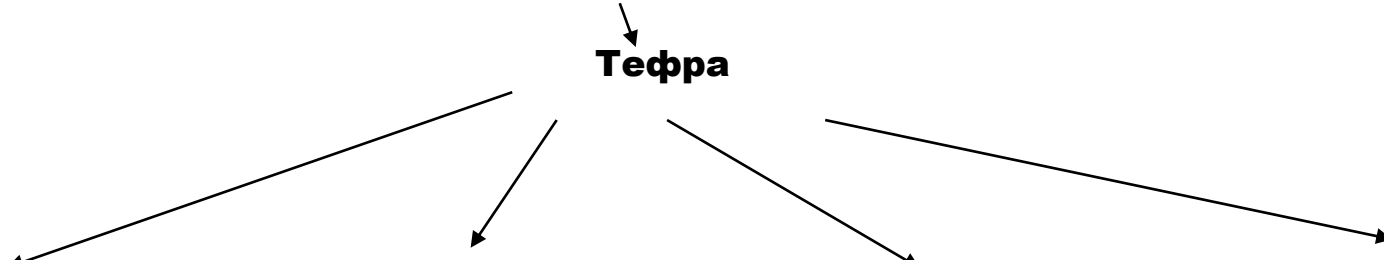
Небольшой пирокластический поток на склоне вулкана Майон, Филиппины.

Фото: Крис Ньюхолл, 1984 г. (Геологическая служба США).

Пирокластика



Тефра



Пеплы

Кристаллические
пески

Лапилли

Вулканические
бомбы

Туфы

Витро-

Кристалло-

Лито-

Кластические

Агглютинаты

Туффиты



Пепел – 0,01-10 мм



Лапилли – 10-100 мм



Валуны и бомбы 100-1000 мм



Вулканическая бомба, во время полета находившаяся в пластичном состоянии. Найдена на Толбачинском долу, припаянной к толще базальтовой пирокластики.

фото Миронова Н.Л.

Пирокластика образует

- Пласты
- Линзы
- Потоки
- Языки



Горизонт пирокластических пород в разрезе



Несогласные пирокластические отложения на склоне одного из вулканов Японской дуги.

Вулканогенно-осадочные породы

- продукты отложения (или переотложения)
вулканогенного материала в водной среде



Подпись под фотографией.

Формы залегания интрузивных пород

Формы залегания магматических пород
определяются по

- поверхность
- гравика
- магнитка

Форма залегания магматических пород

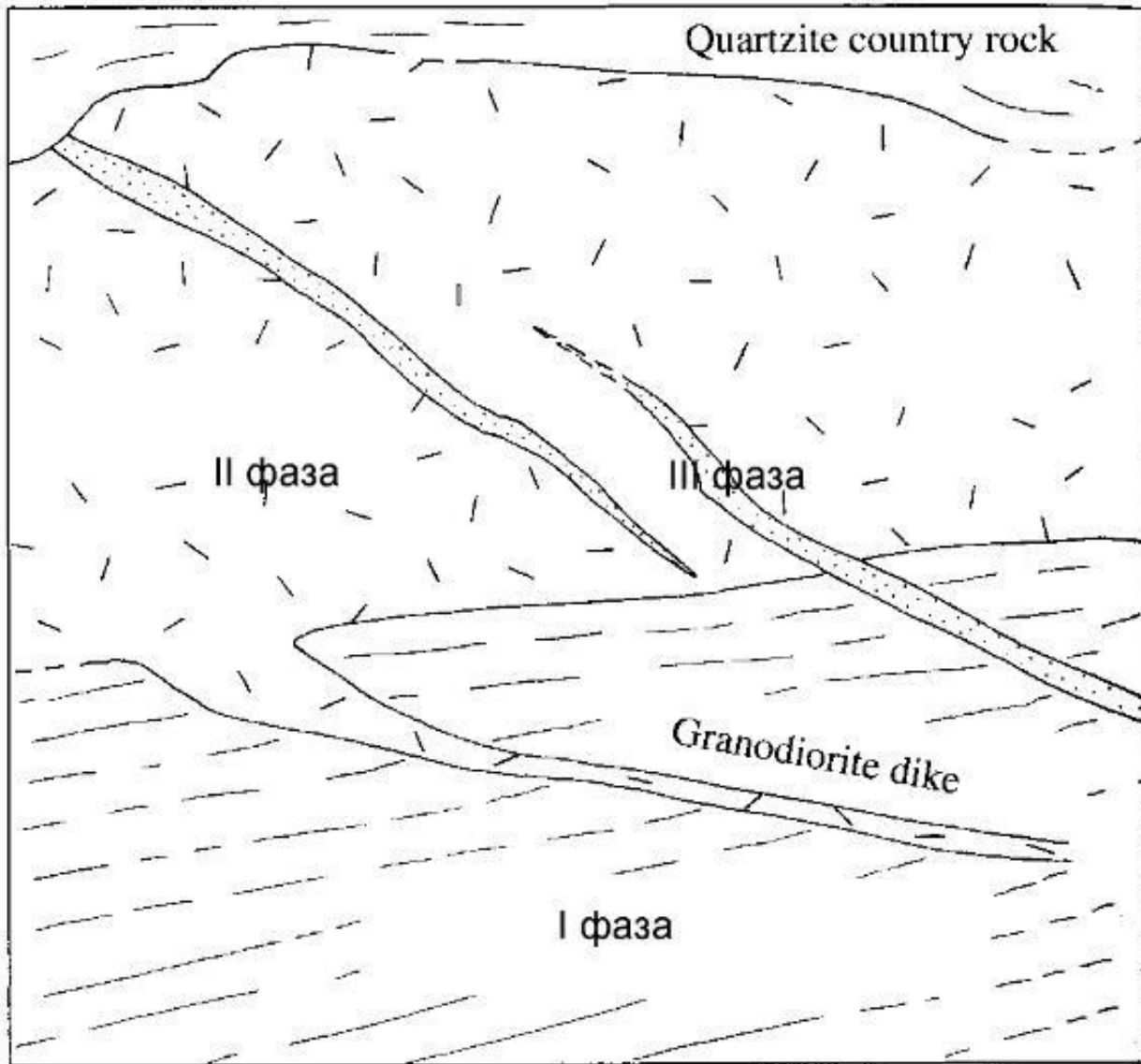
зависит от:

- состава расплава
- геологических условий (гл. обр. от глубинности)

Фации глубинности

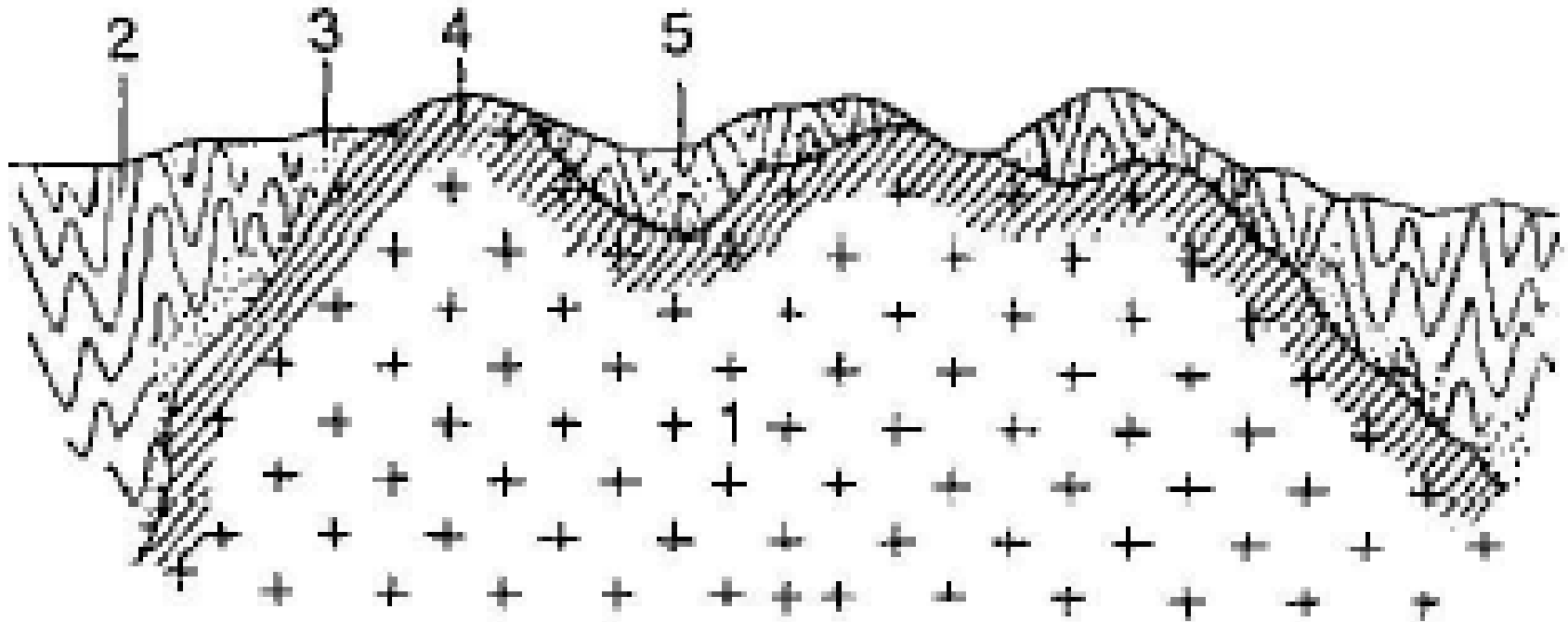
- Гипабиссальные - небольшие глубины (1-3 км)
- Мезабиссальные - (3-7 км)
- Абиссальные - глубинные (8-10 км)

Фазы и фации интрузивных пород



Фаза — порция
последовательно
внедряющегося
расплава

Фация – порция расплава (объем породы), застывшая в определенных физико-химических условиях



Фации могут быть – главная (ядро), эндоконтактовая, апикальная, донная и т.д.

А. Несогласные (дискордантные)

Некки

Дайки

Жилы, апофизы

Штоки

Батолиты



Растет глубина

Б. Согласные (конкордантные)

Силлы

Лополиты

Лакколиты

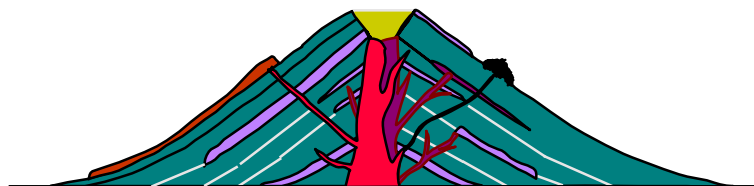
Мигматит-плутоны



Растет глубина

Несогласные (дискордантные) интрузивные тела

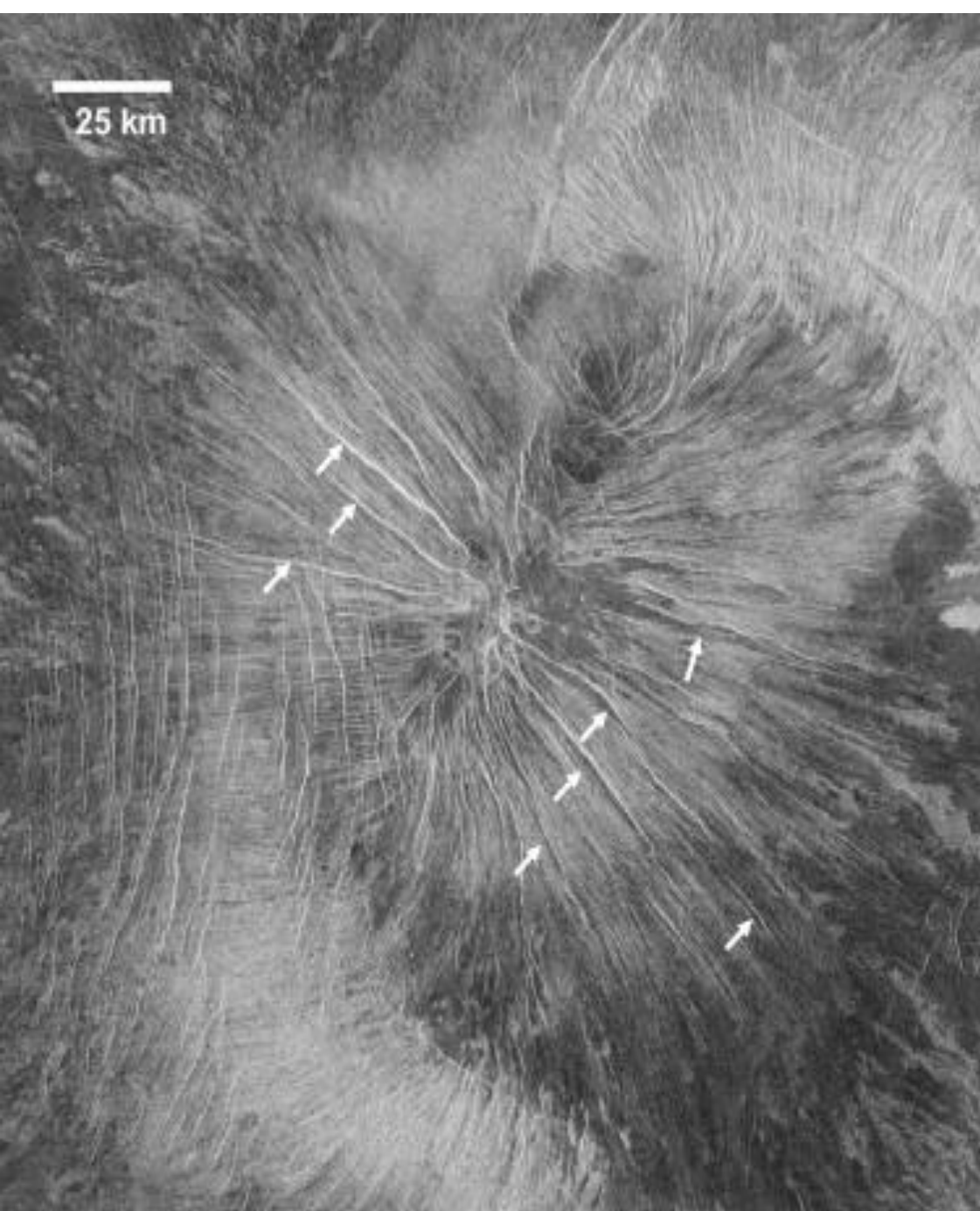
Некк — п м - км





*Дайка – тело, ограниченное крутопадающими
параллельными стенками $m = n \text{ м} - n \times 100 \text{ м} - n \text{ км}$ $l = n \text{ м} - n \times 10 \text{ км}$
Дайки бывают – одиночные*



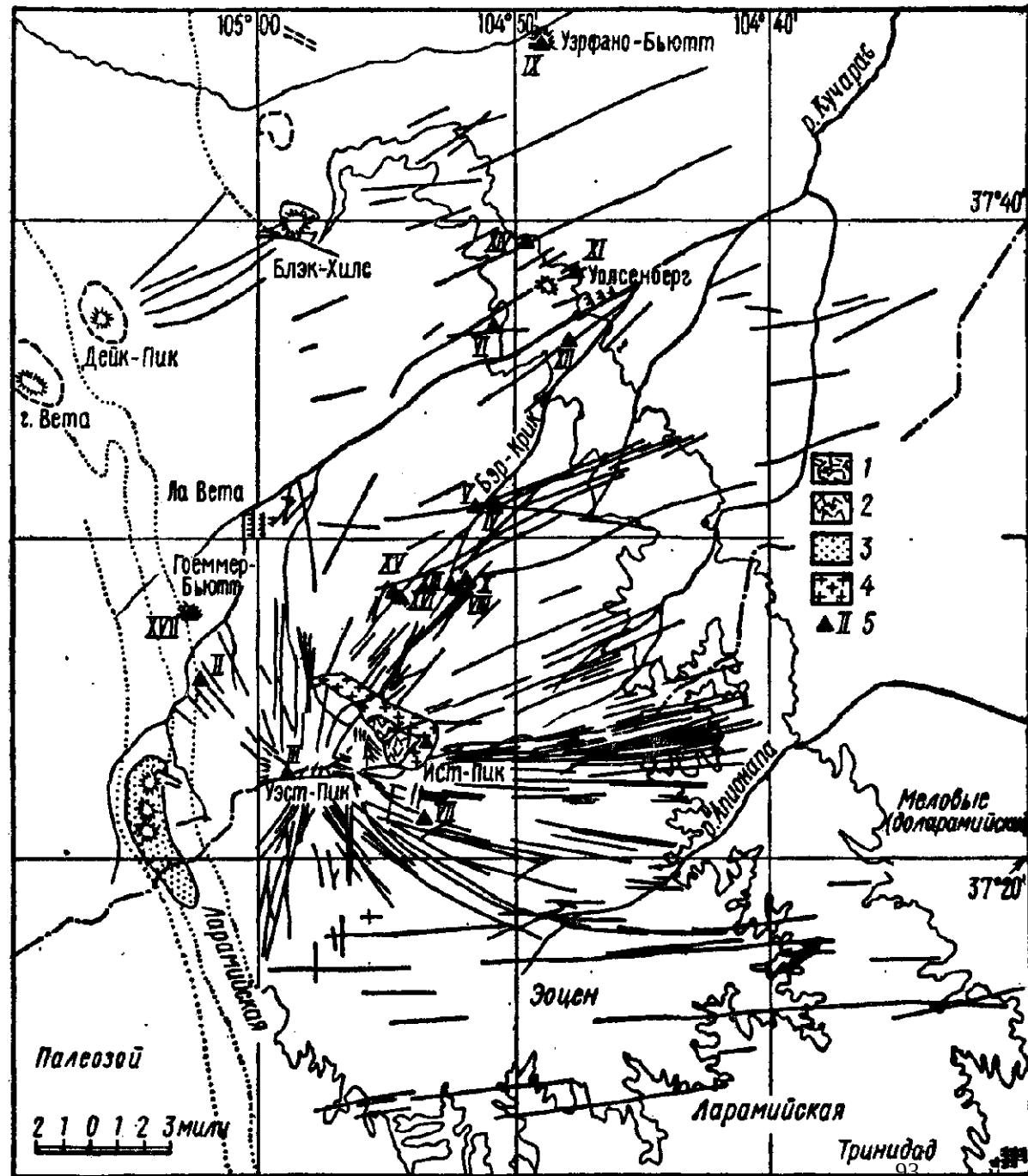


Групповые дайки обычно развиваются по системе параллельных трещин.

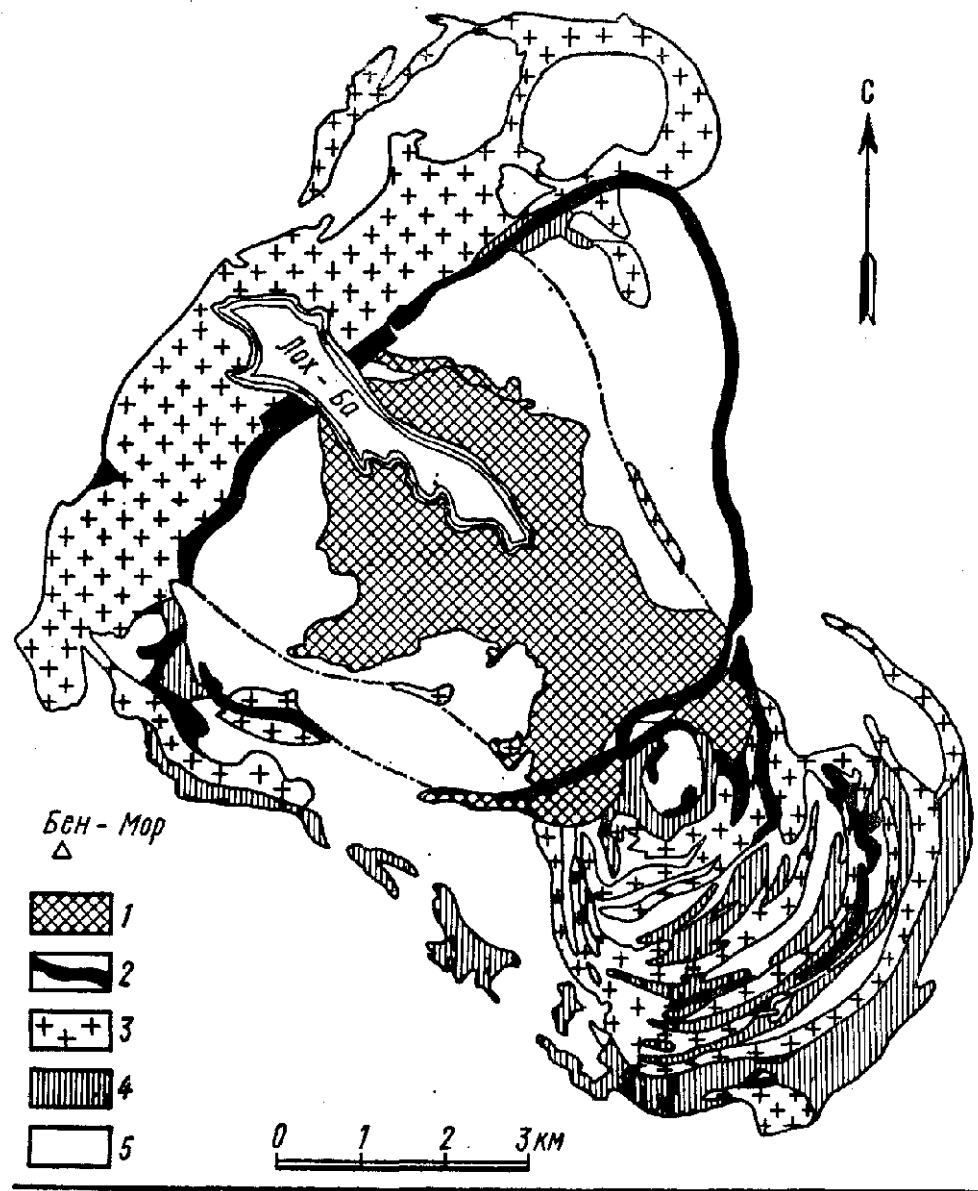
Радиальные дайки обычно приурочены к вулканическим центрам или к интрузивным массивам

Радарное изображение Магеллана горы Мбокому (Mbokotu Mons) — типичный пример крупного радиального роя даек на Венере (исходные данные NASA/JPL). Белые стрелки указывают на радиальные трещины, которые интерпретируются как деформации, вызванные присутствием подповерхностных даек.

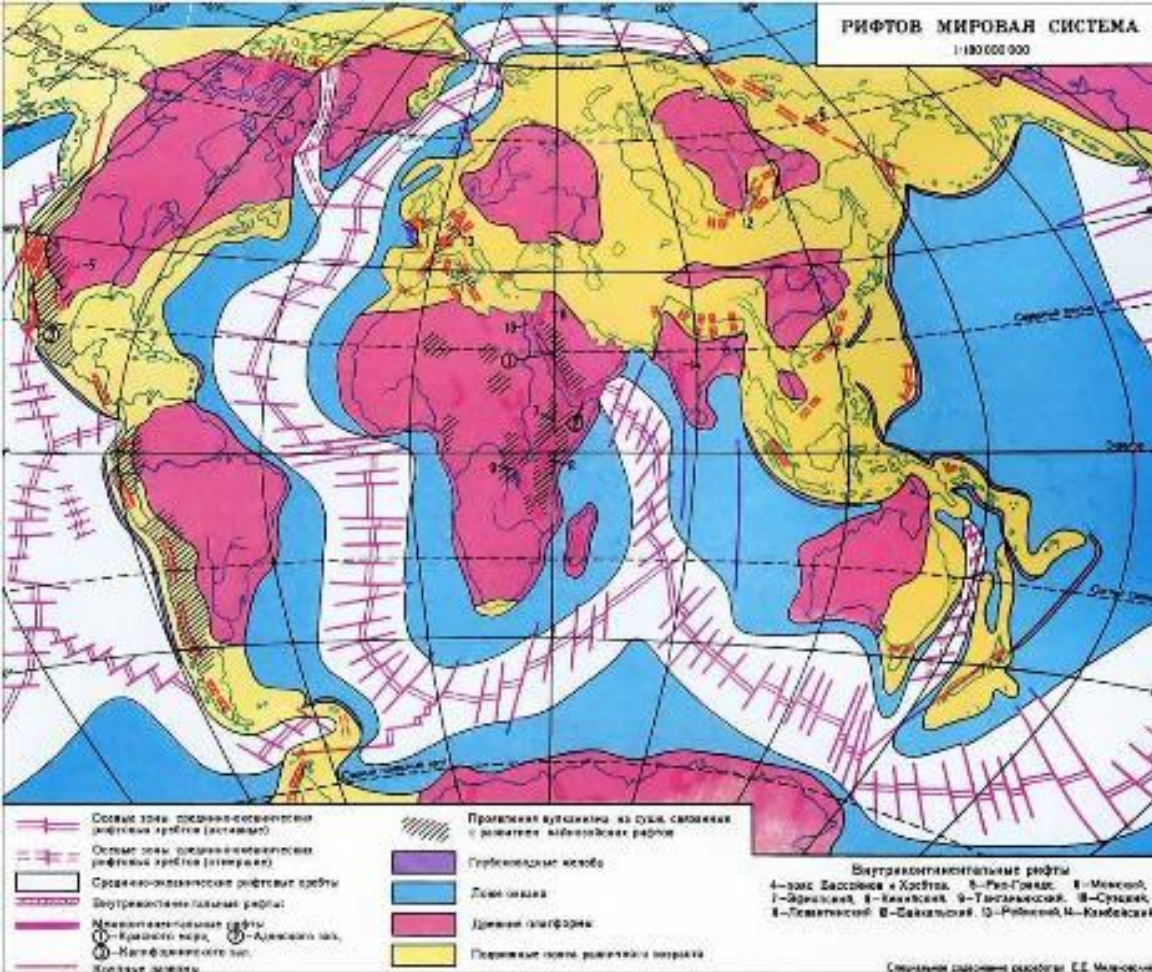
*Радиальные дайки
обычно приурочены к
вулканическим
центрам или к
интрузивным
массивам*



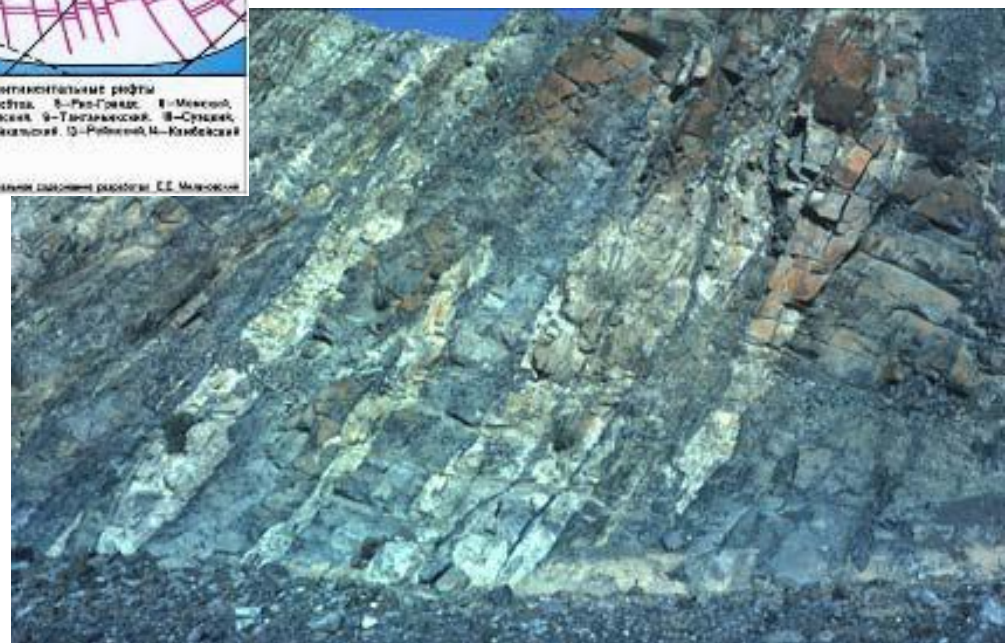
Кольцевые дайки имеют в плане форму дуги или замкнутого кольца. Падение таких даек вертикальное или крутое. Их образование связано с опусканием центрального блока интрузивного массива (или образованием кальдеры) и появлением трещин растяжения.

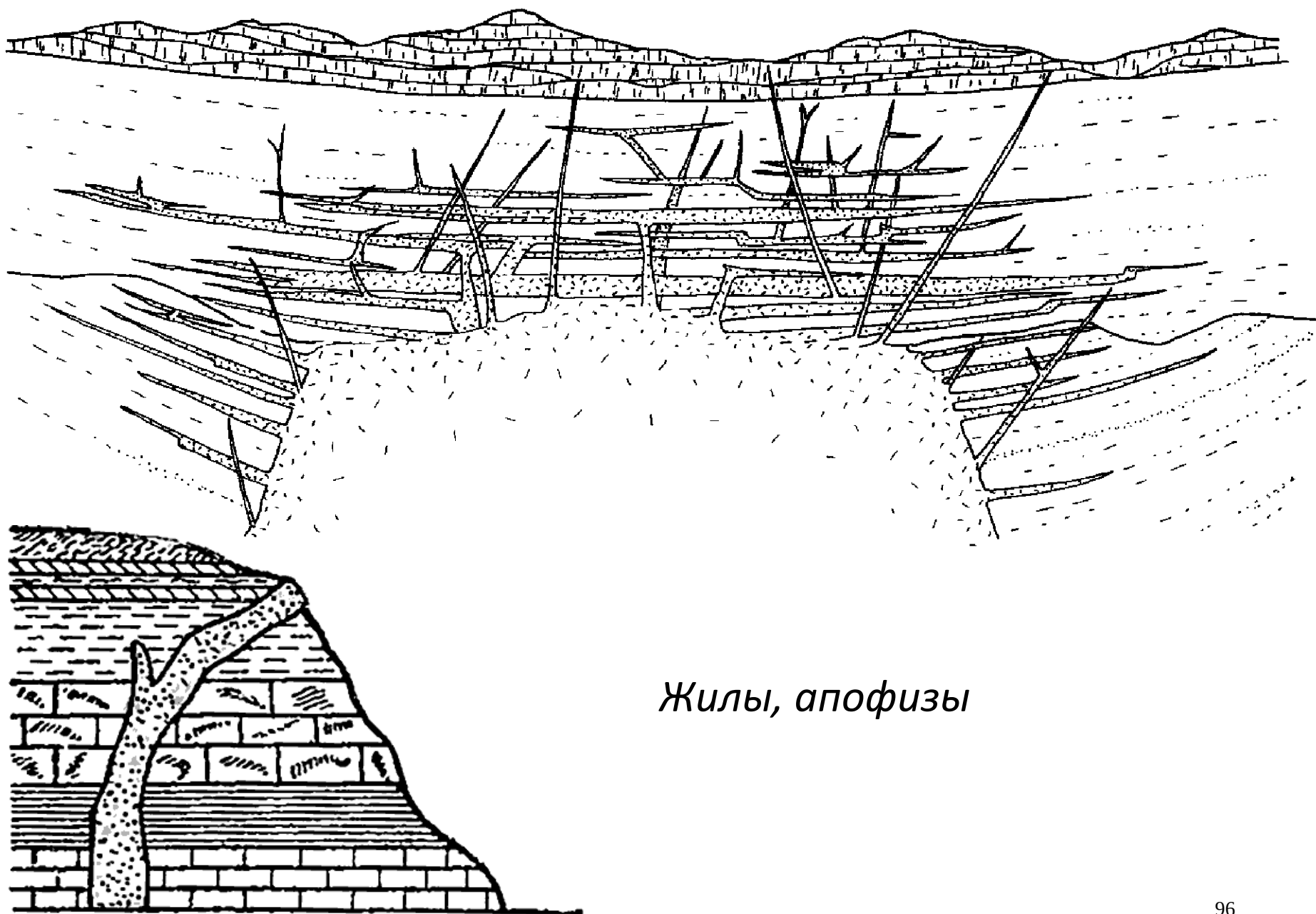


Кольцевой дайковый комплекс Пиланесберг в Южной Африке



Дайки, связанные с зонами активного растяжения

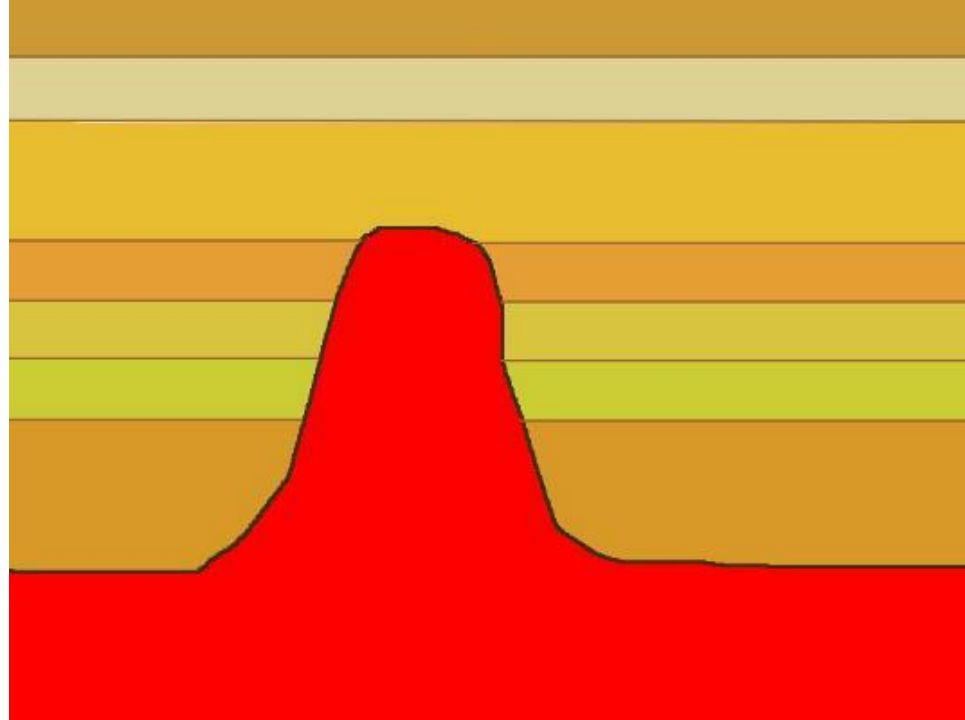




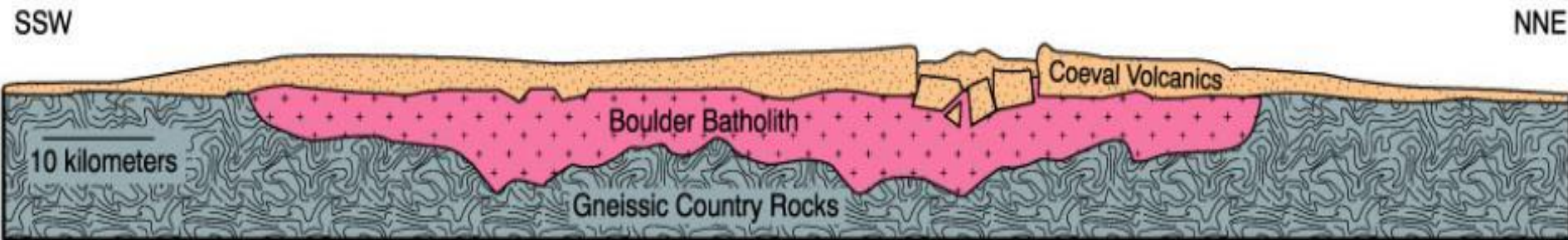
Жилы, апофизы

Шток -

форма близка к
цилиндрической, стенки
крутопадающие, имеет
значительное
протяжение на глубину.
 S – не более 100 кв. км



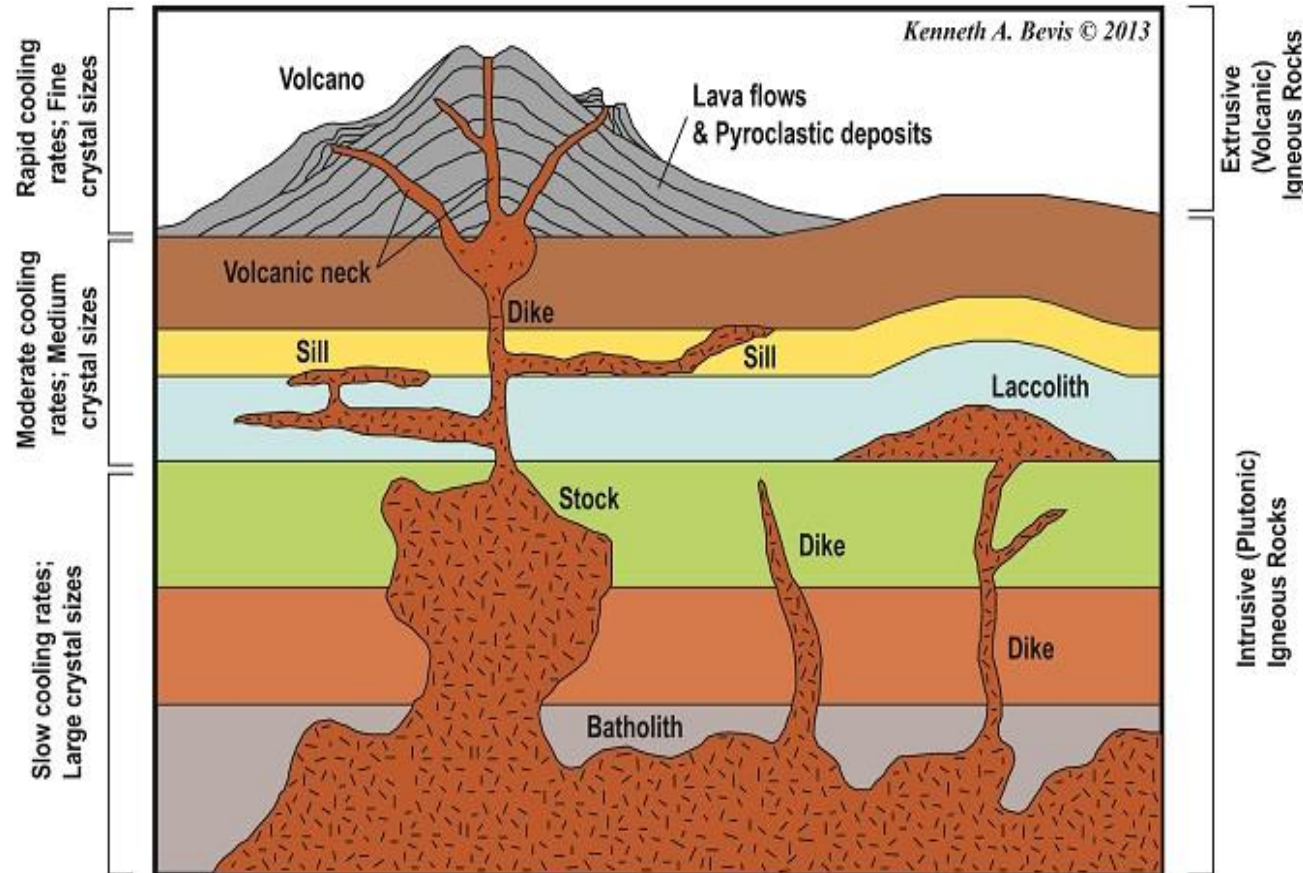
Батолиты



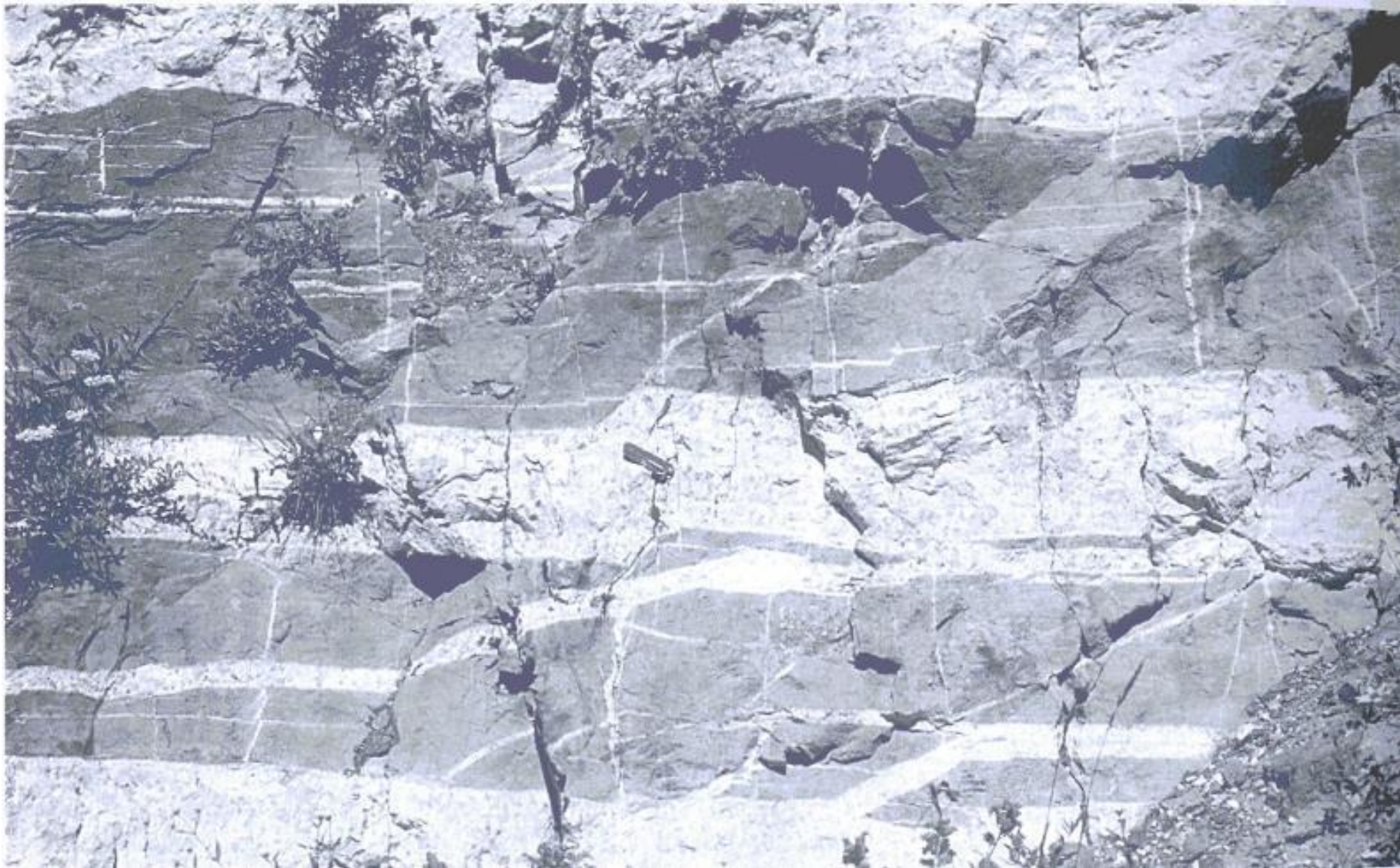
В плане имеют
неправильную, часто
изометричную
форму.

Анды. 1100x110 км

Аляска. 2000x200 км



Согласные (конкордантные) интрузивные тела

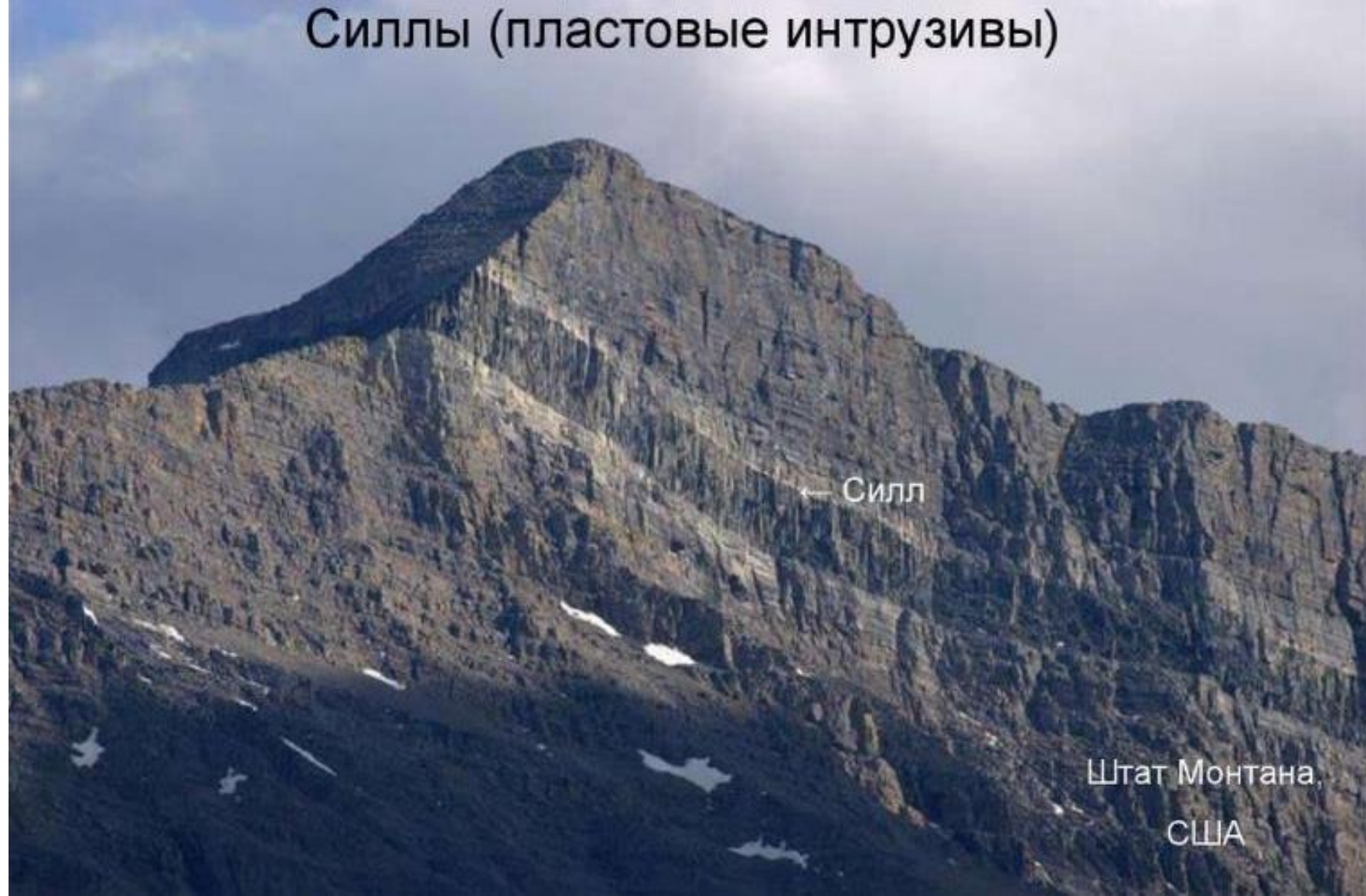


Силл-

n мм – nх100 м

S – n кв.м – nх1000 кв.км

Силлы (пластовые интрузивы)



← Силл

Штат Монтана,
США

Отличия силлов от потоков контактовые роговики

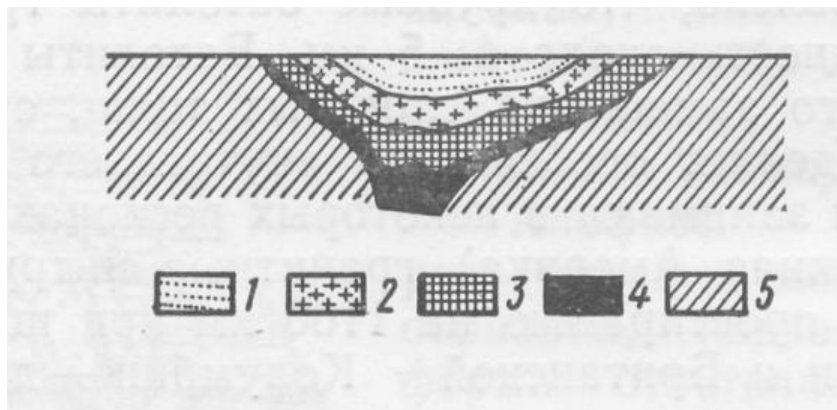
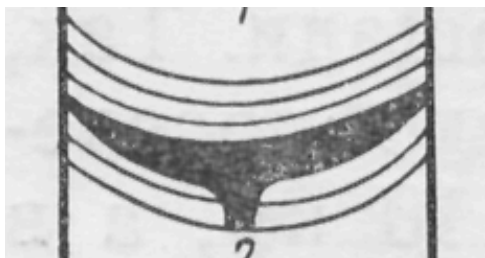
Апофизы в вышележащие породы

Ксенолиты вышележащих пород

Дифференциация

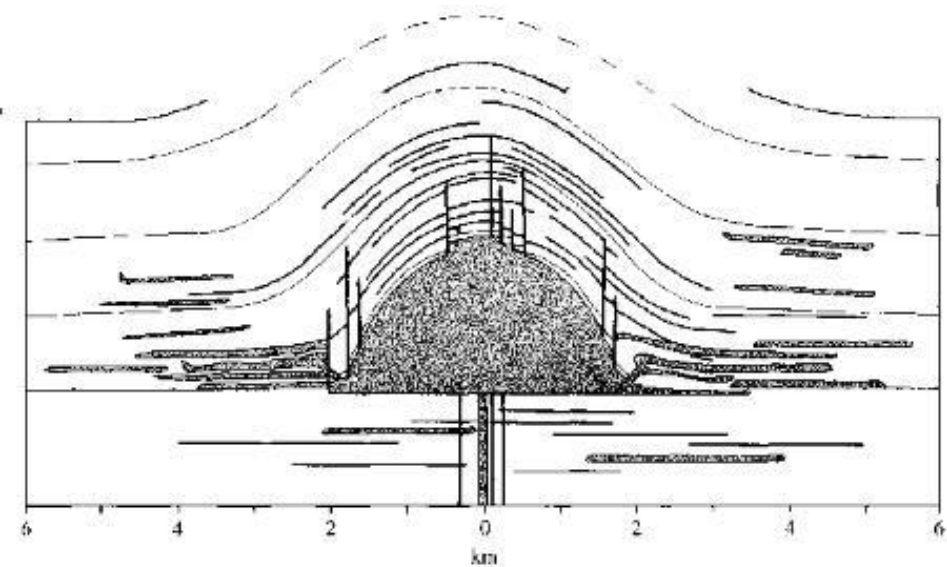
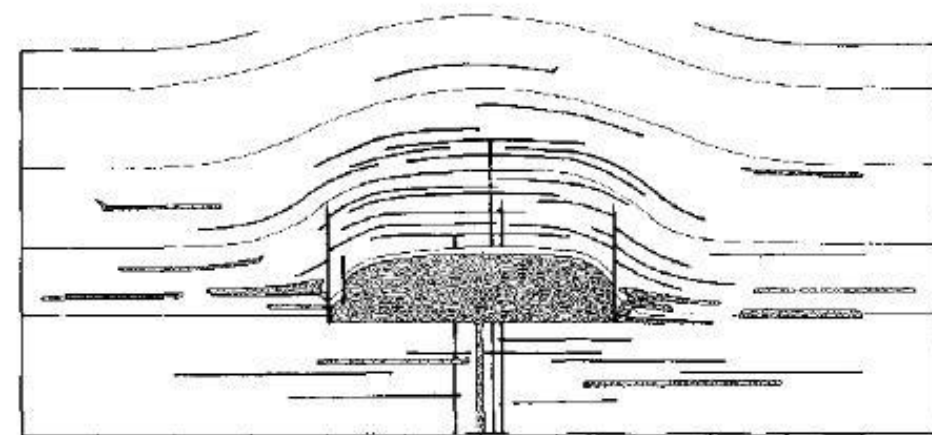
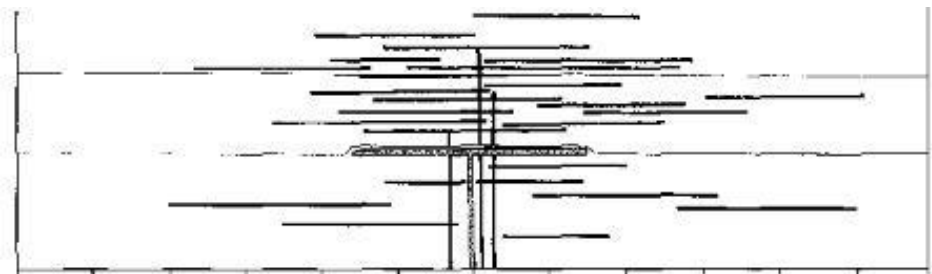
Лополиты (loras – греч. – чаша, глиняное блюдо)

$D = n \text{ км} - n \times 100 \text{ км}$. Угол падения к центру – до 30° . М до $n \times 1000 \text{ м}$



Гипотетическая схема строения лополита типа Седбери:
1) формация покрова; 2) гранофиры; 3) габбро; 4)
меланократовые породы основного состава; 5) породы
фундамента

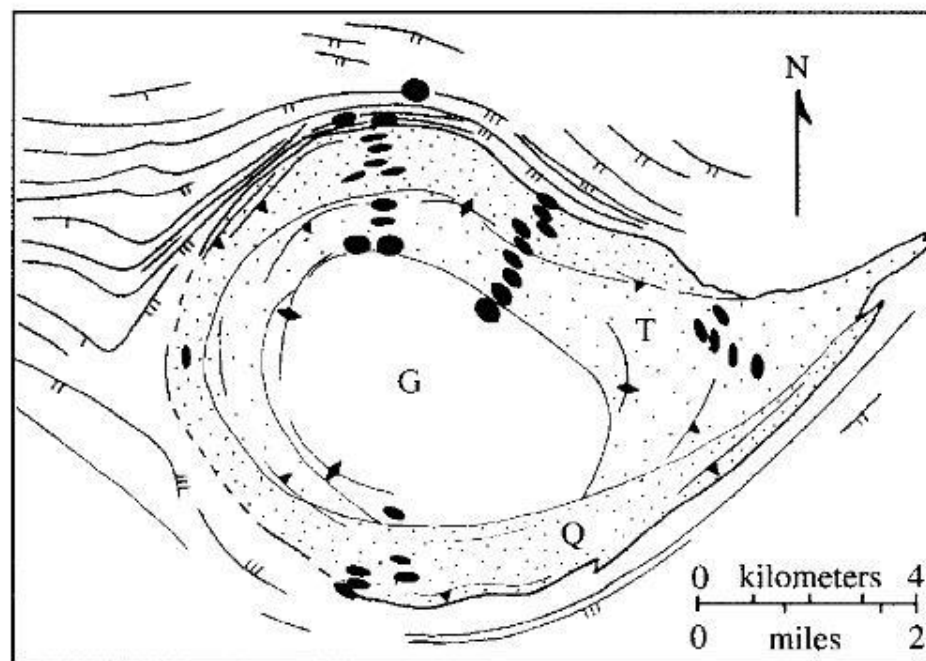
Бушвельдский лополит
480x300x6 км

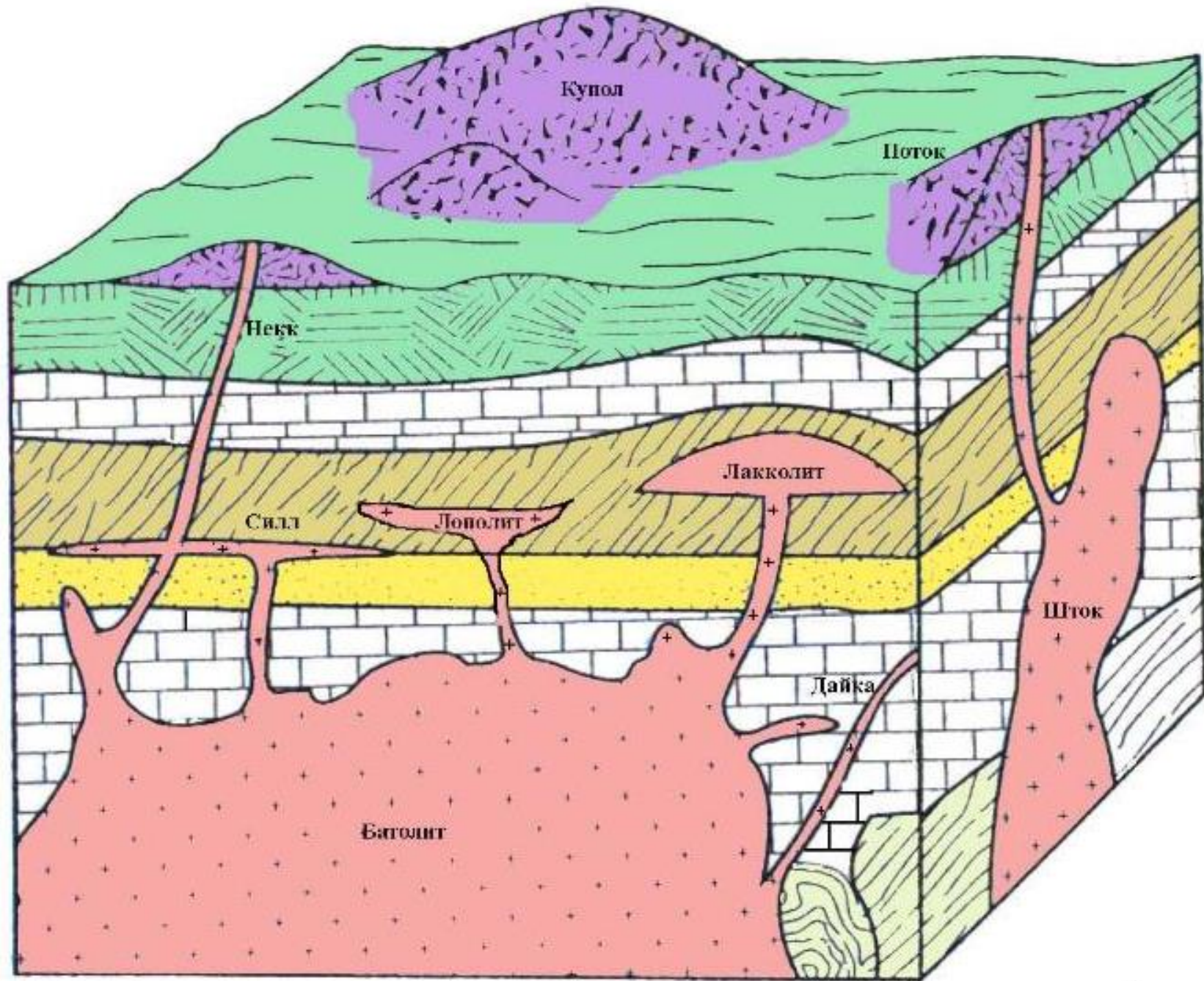


Лакколиты – *lakkos* – греч. –
полость

D до 3-6 км, *N* – до 1000м

Мин.Воды, Аюдаг





Спасибо за внимание!

