

Магматические ассоциации



Магматические ассоциации

- Изверженные породы разного состава обычно встречаются совместно. Иногда сонахождение различных пород бывает случайным. Но во многих случаях оно носит систематический характер, что позволяет выделять закономерно построенные **магматические ассоциации**, отражающие естественный ход зарождения, подъема и затвердевания магм.

Магматический комплекс

- Это группа изверженных пород близкого возраста и пространственного положения, которые обладают спецификой минерального и химического составов, позволяющей считать их родственными образованиями и отличать от пород, относящихся к другим комплексам. Выделяют вулканические и интрузивные комплексы.

Вулканический комплекс

- Объединяет лавовые потоки и другие эффузивные породы, в том числе слагающие жерла, экструзии и близповерхностные (субвулканические) интрузивные тела. В состав комплекса также входят вулканокластические породы.

Интрузивный комплекс

- Включает породы нескольких последовательных фаз внедрения, разделенных интрузивными контактами. В каждой из фаз могут быть откартированы внутренние части интрузивных тел, приконтактные зоны и пр. Последовательность интрузивных фаз внутри комплекса не разделена во времени накоплением осадочных или вулканогенных толщ.

- Вулканические и интрузивные комплексы, тесно связанные между собой в пространстве и времени, объединяются в вулканоплутонические ассоциации.
(Пример – Печенгский комплекс)

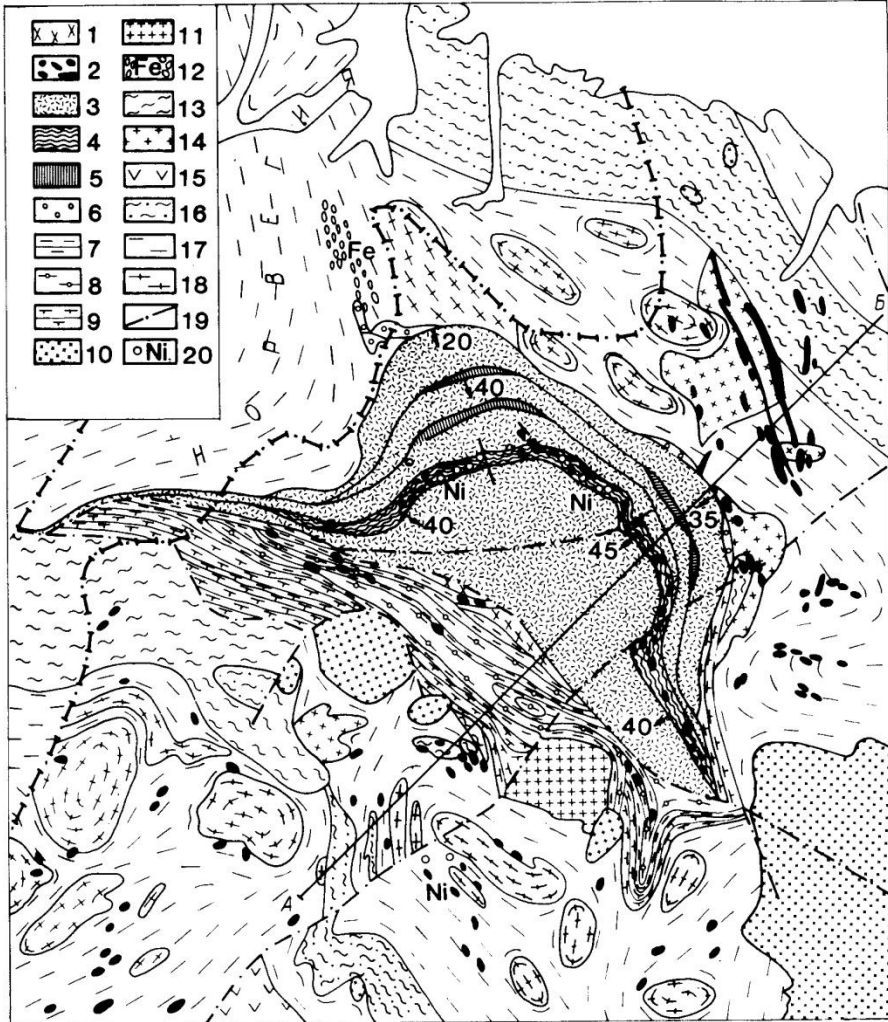


рис. 1.2. Схематическая геологическая карта и разрез Печенгского никеленосного района. Составлены Г. И. Горбуновым по материалам К. Д. Беляева, В. Г. Загородного, Н. А. Курылевой, В. Ф. Ступицкого, А. А. Полканова, У. Хольтедаля и автора.

Протерозой: 1 — плагипорфиры, 2 — ультраосновные и основные породы; печенгская серия; 3 — эффузивные диабазы, метадиабазы, мандельштейны и туфы, 4 — филлиты и туффиты, 5 — доломиты, кварциты и аркозы, 6 — базальные конгломераты; верхнепеченгская серия: 7 — сланцы кварц-биотитовые, кварц-биотит-амфиболовые, кварц-карбонатные и углистые, 8 — рассланцованные метадиабазы, 9 — сланцеватые амфиболиты, амфиболиты, амфиболовые и слюдястые сланцы и кварциты; 10 — микроклиновые и плагιο-микроклиновые граниты, 11 — гранодиориты. Архей: 12 — железорудная серия (конгломераты, слюдяные сланцы и железистые кварциты), 13 — двуслюдяные и гранат-амфиболовые гнейсы, 14 — олигоклазовые гнейсо-граниты, 15 — гиперстеновые гнейсо-граниты, 16 — гранат-биотитовые гнейсы, 17 — нерасчлененный комплекс слюдяных гнейсов, 18 — комплекс древнейших гнейсо-гранодиоритов, 19 — разрывные нарушения, 20 — медно-никелевые месторождения и рудопроявления.

- Сравнение однотипных **магматических комплексов** (интрузивных или вулканических) в разных провинциях позволило выделить **магматические формации**. То есть магматические комплексы – это конкретные картируемые магматические ассоциации, а формации – их обобщенный образ, полученный при сравнительном анализе комплексов.

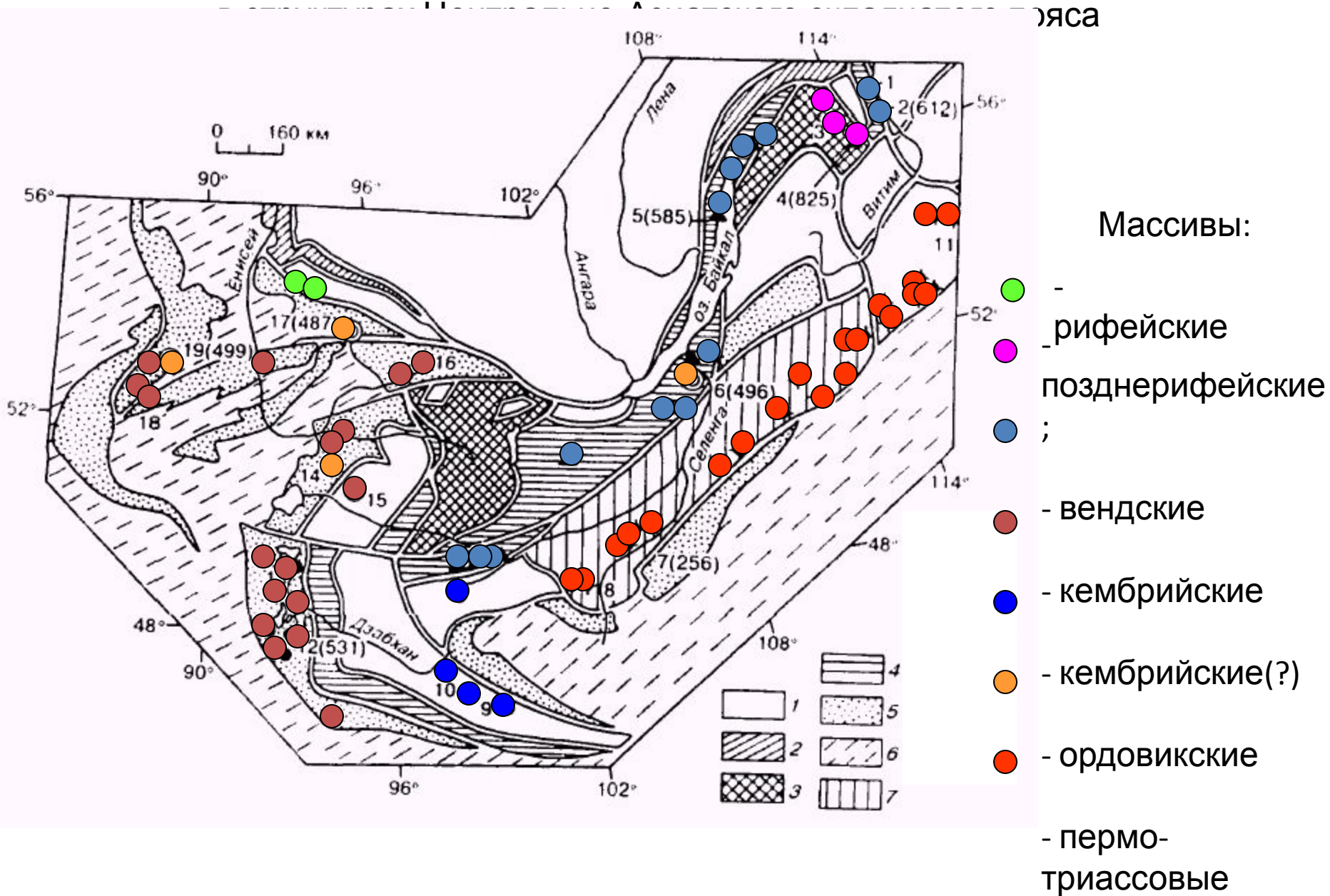
Под магматической формацией понимается устойчивая ассоциация изверженных горных пород, которая, закономерно повторяясь в разных регионах, всюду формируется в сходной геологической обстановке

Петрография и петрология магматических, метаморфических и метасоматических горных пород. Учебник. Под ред. В.С.Попова и О.А. Богатикова. М.: Логос, 2001, 768 с.

Формационные ряды

- В однотипных тектономагматических зонах повторяются не только одни и те же формации, но и сохраняется одна и та же последовательность формаций, образующих хронологические формационные ряды. Существуют также столь же закономерные латеральные ряды, отражающие зональное размещение одновозрастных формаций в пространстве.

Схема размещения высокоглиноземистых перидотит-габбровых интрузивов



Магматические серии.

Магматические ассоциации.

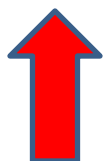
- В тех случаях, когда хотят подчеркнуть внутреннюю упорядоченность или геохимическую специфику ассоциаций, говорят о **магматических сериях**.
- Термин **магматическая ассоциация** является наиболее общим и в равной мере относится к комплексам, формациям, сериям, то есть ко всем неслучайным сообществам изверженных горных пород.

Формационные ряды

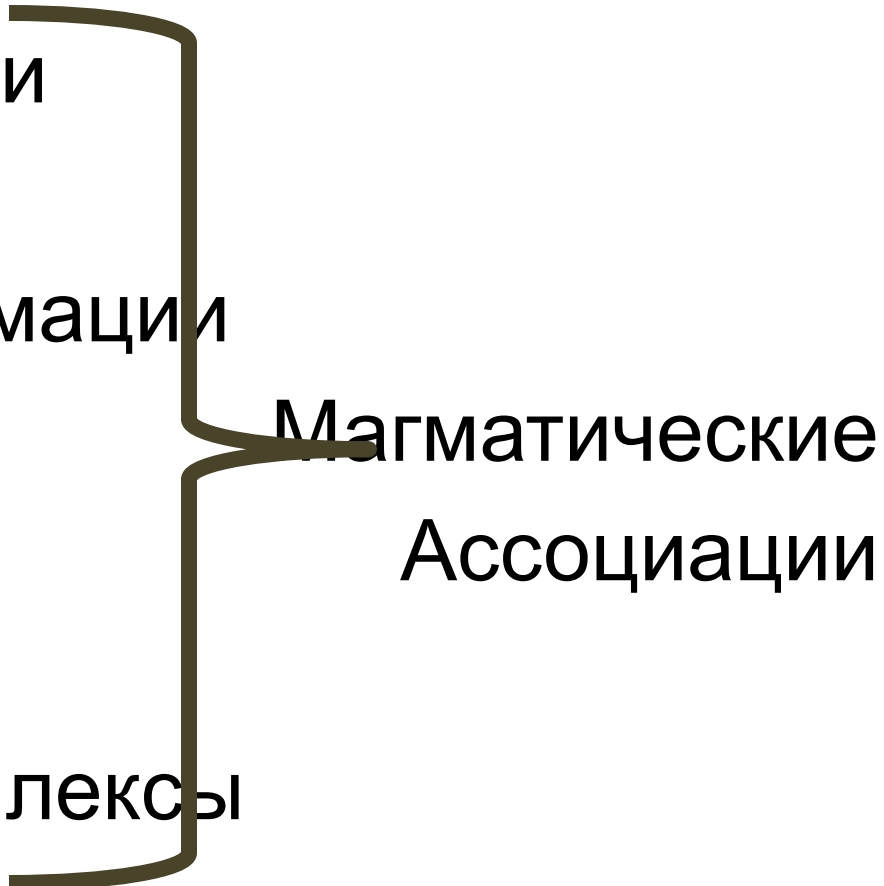
Магматические серии



Магматические формации



Магматические комплексы



Магматические
Ассоциации

Классификации магматических ассоциаций

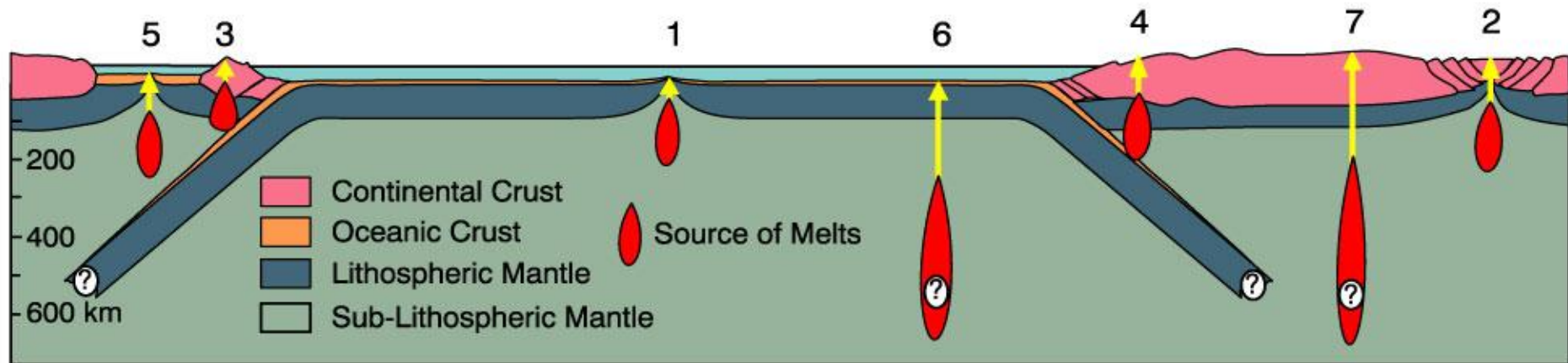
- В настоящее время, когда геологическая история стала интерпретироваться с позиций тектоники литосферных плит, главное внимание при классификации магматических ассоциаций уделяется аналогиям с современными проявлениями магматической деятельности в связи с той или иной геодинамической обстановкой.

- Согласно современным тектоническим представлениям, эволюция земной коры сводится к взаимодействию спрединга и субдукции литосферных плит. В зонах спрединга, которыми являются рифтовые зоны срединно-океанических хребтов и задуговые впадины, происходит подъем базальтовой магмы и формируется новая океаническая кора. В зонах субдукции по краям океанов базальтовая океаническая кора поддвигается под континенты, испытывая частичное плавление. Продукты этого плавления наращивают континентальную кору.
- Офиолитовая ассоциация первоначально формируется в зонах спрединга, а офиолитовые пояса являются реликтами коры океанов, существовавших в геологическом прошлом. Островодужные магматические ассоциации возникают над зонами субдукции как результат частичного плавления океанических плит, поддвинутых под континенты вдоль наклонных зон Беньоффа. Латеральная геохимическая зональность островодужных вулканитов отражает увеличение глубины плавления в сторону континента. В тылу островных дуг возникают локальные зоны спрединга – впадины краевых морей где изливается базальты близкие к океаническим

- Краинно-континентальные интрузивно-вулканические пояса андийского типа также считаются связанными с зонами субдукции, а внутриконтинентальные пояса гималайского типа – с зонами коллизии (столкновения континентов).
- Трапповая ассоциация, а также магматические ассоциации малого объема, состоящие из щелочных пород, относятся к внутриплитному магматизму, который связан с локальными структурами растяжения и маркирует перемещение плит над горячими точками. Сходную природу имеют и вулканические ассоциации на океанических островах.
- Последовательность магматических ассоциаций, возникающих на отдельных этапах тектономагматического развития, во многих случаях носит циклический характер: в начале и конце цикла образуются ассоциации малого объема, состоящие из пород повышенной щелочности, а в середине цикла – ассоциации большего объема с преобладанием менее щелочных пород.

Современные проявления магматизма

- 1. Приуроченные к границам литосферных плит.
- 2. Внутриплитные (горячие точки)

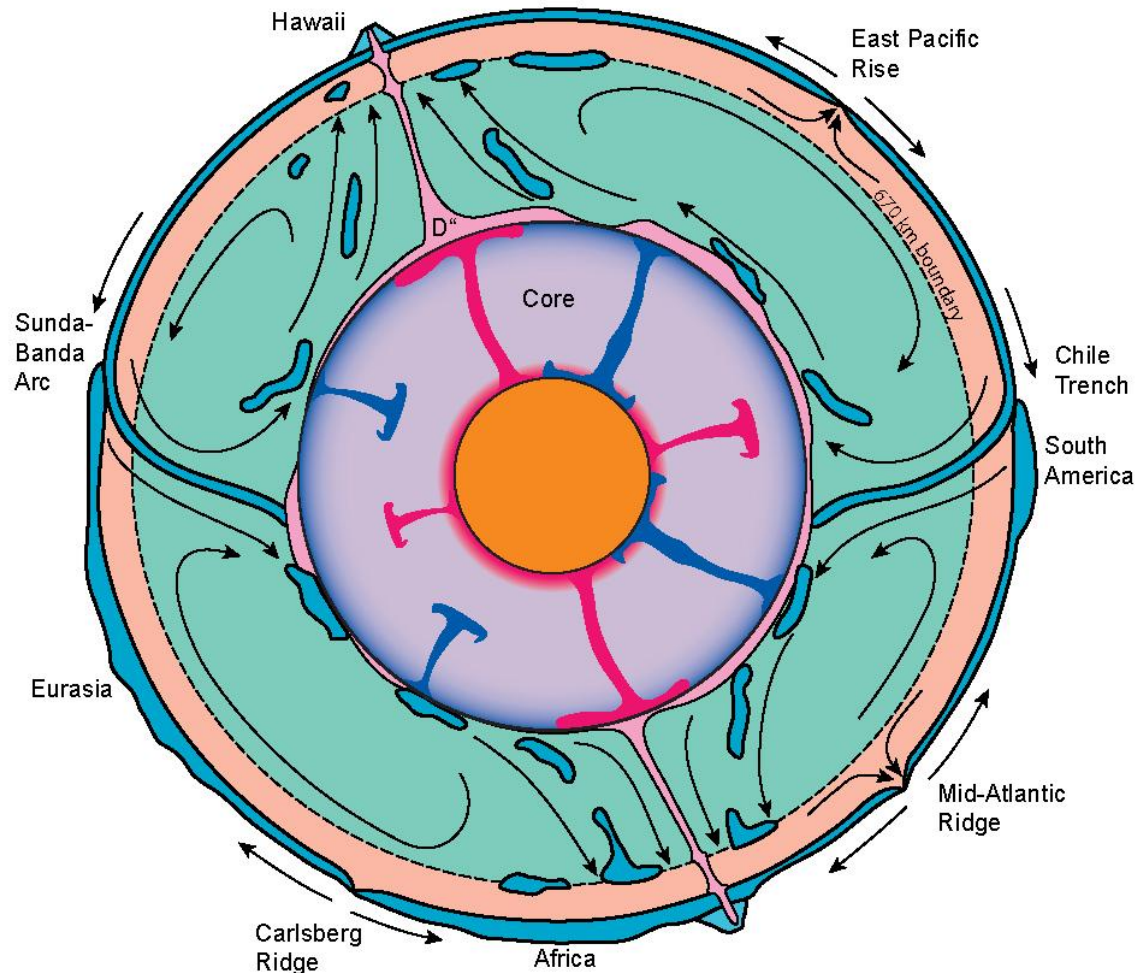


Тектонические обстановки магматической деятельности

- 1-океанические рифты
- 2-континентальные рифты
- 3-островные дуги
- 4-активные континентальные окраины
- 5- задуговые бассейны
- 6- внутриплитные океанические
- 7- внутриплитные континентальные

Современный магматизм на границах литосферных плит

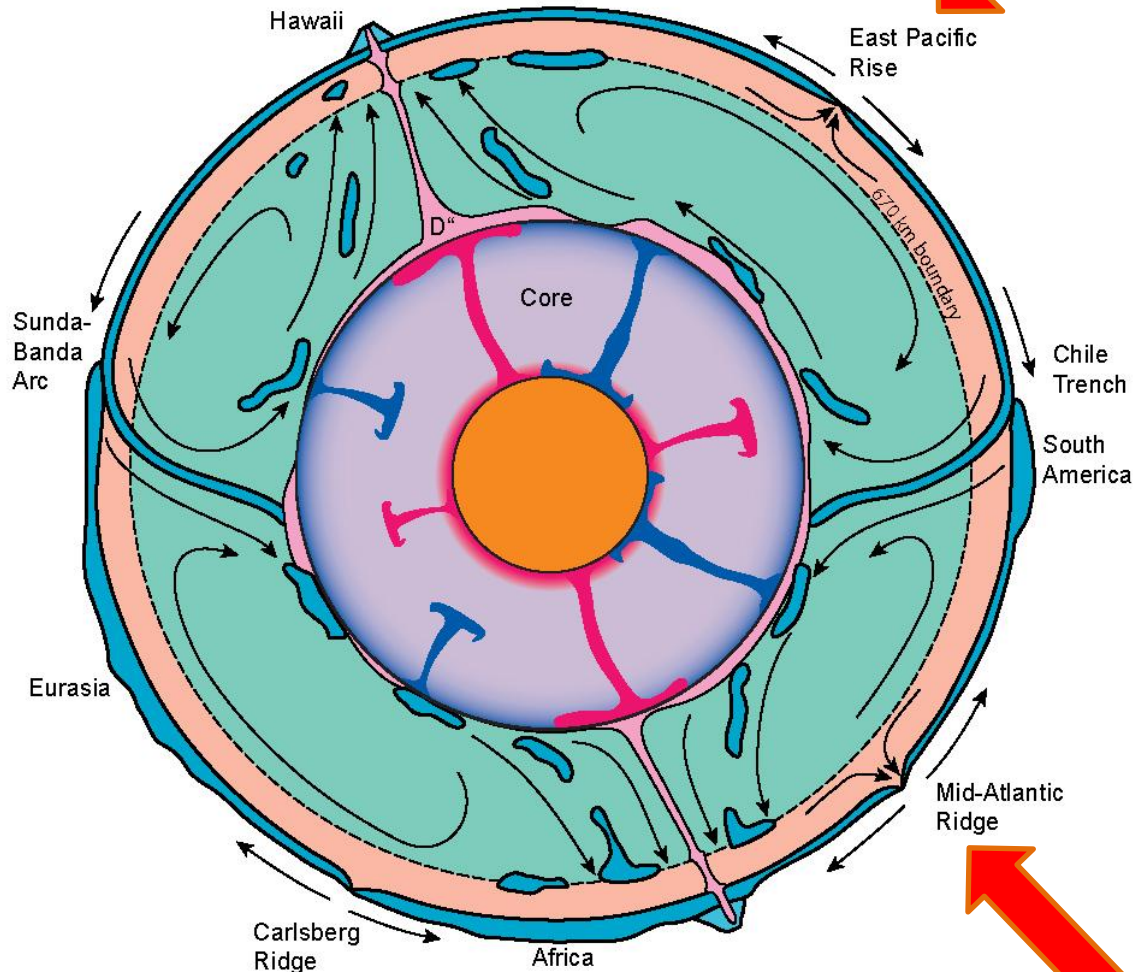
- Согласно современной тектонической концепции, верхняя оболочка Земли разделяется на несколько литосферных плит. Границы плит выделяются по зонам повышенной сейсмичности.



Современный магматизм на границах литосферных плит

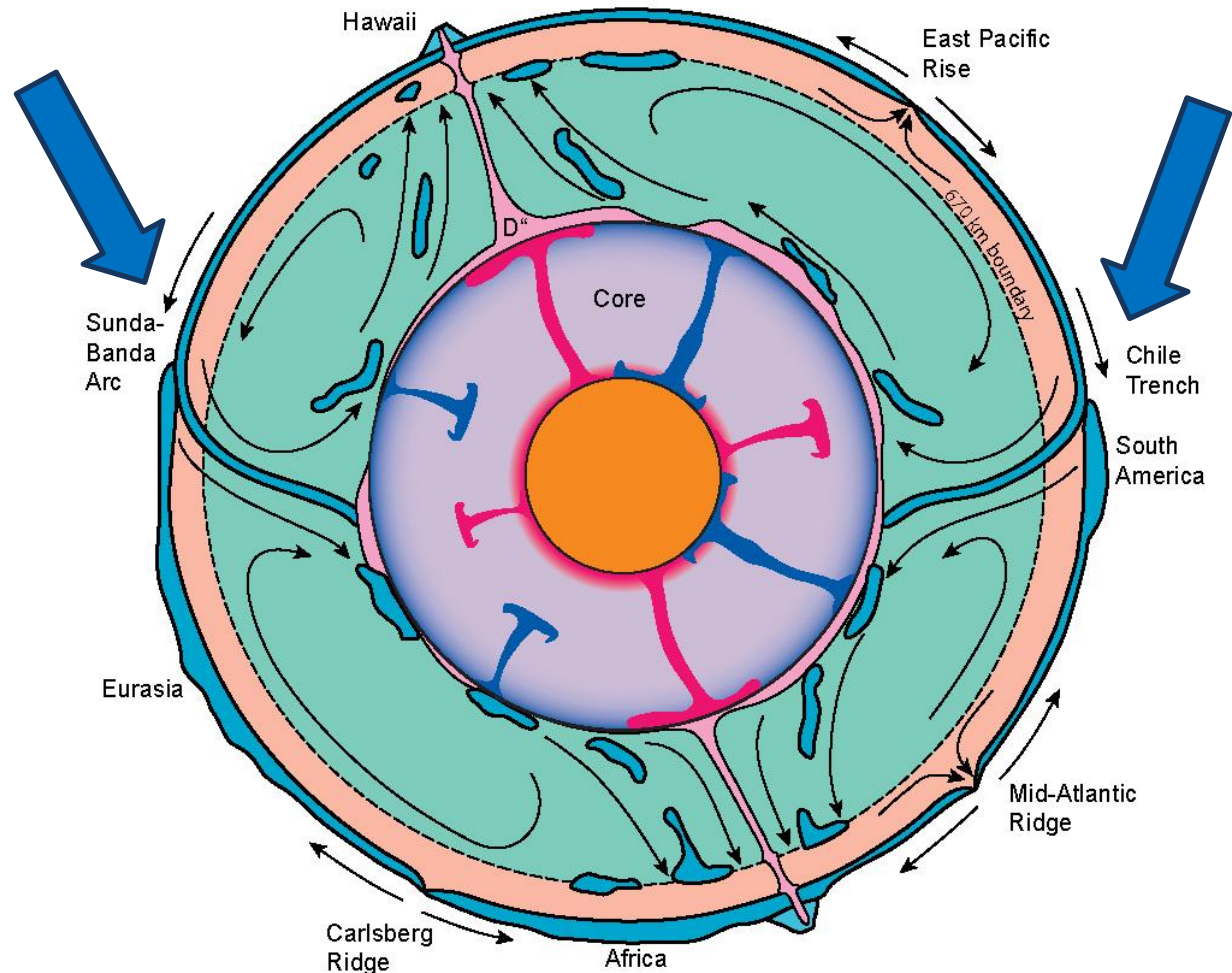
- Предполагается, что конвективные течения мантийного вещества вызывают перемещения плит относительно друг друга. Глубина конвекции ~ 700 км. Разогретое вещество мантии поднимается к поверхности в зоны срединно-океанических хребтов, где подвергается частичному плавлению, и новообразованные базальты наращивают земную кору

(конструктивные обстановки = дивергентные обстановки)



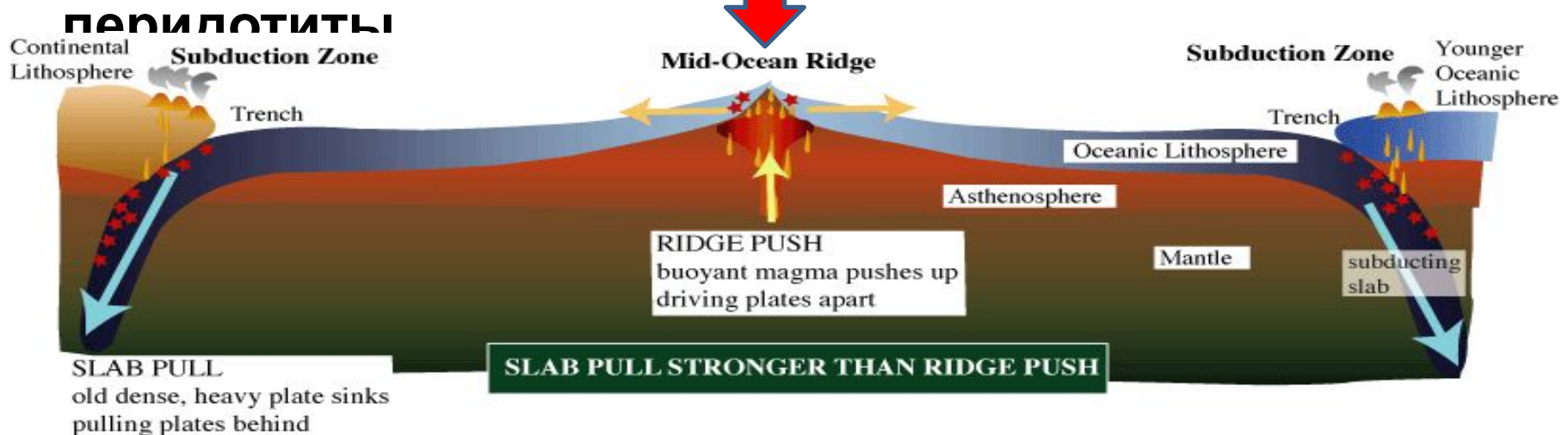
Современный магматизм на границах литосферных плит

- Вещество возвращается в мантию в виде твердого вещества в зонах субдукции (деструктивные обстановки = конвергентные обстановки)

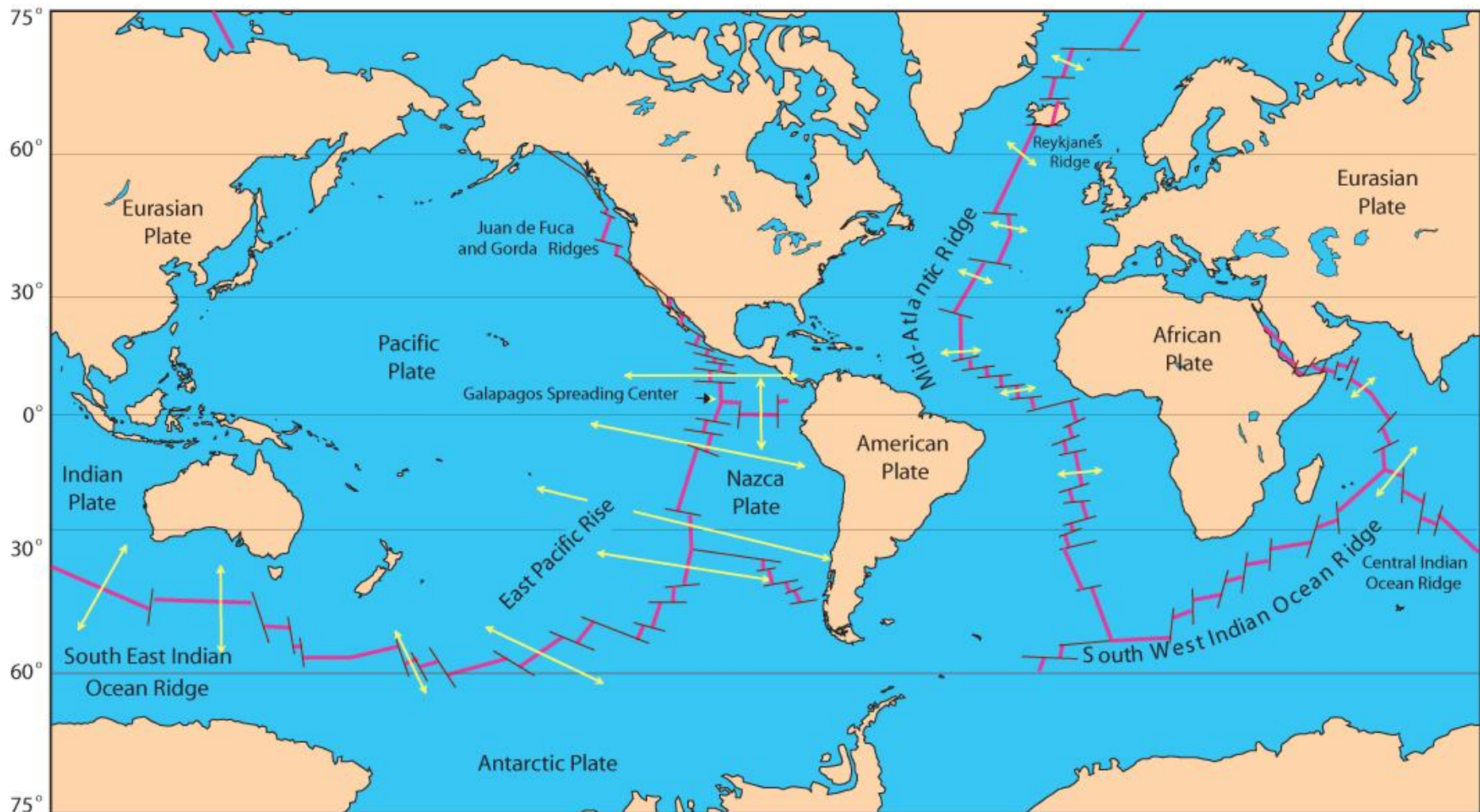


Магматизм в современных конструктивных обстановках

- Конструктивные обстановки это рифтовые зоны срединно-океанических хребтов (СОХ), где происходит раздвижение (спрединг) плит и наращивание земной коры. Поднимающееся вещество астеносферы частично плавится (10-15% объема) в результате декомпрессии. Образуются **базальты MORB**. Очаг магмы находится под осью раздвигателя, на его дне образуются **габбро** и



Рифтовые зоны образуют глобальную систему общей протяженностью более 60 000 км, опоясывающую всю поверхность Земли



- **The Mid-Ocean Ridge System**

- В результате подъема мантийного магматического материала под современными океанами образовался слой базальтов и долеритов мощностью до 2 – 2,5 км. Объем океанских базальтов примерно в 20 раз превышает объем одновозрастных вулканических пород на континентах. Наиболее распространенные базальты N-MORB представлены низкокалийевыми оливиновыми толеитами.

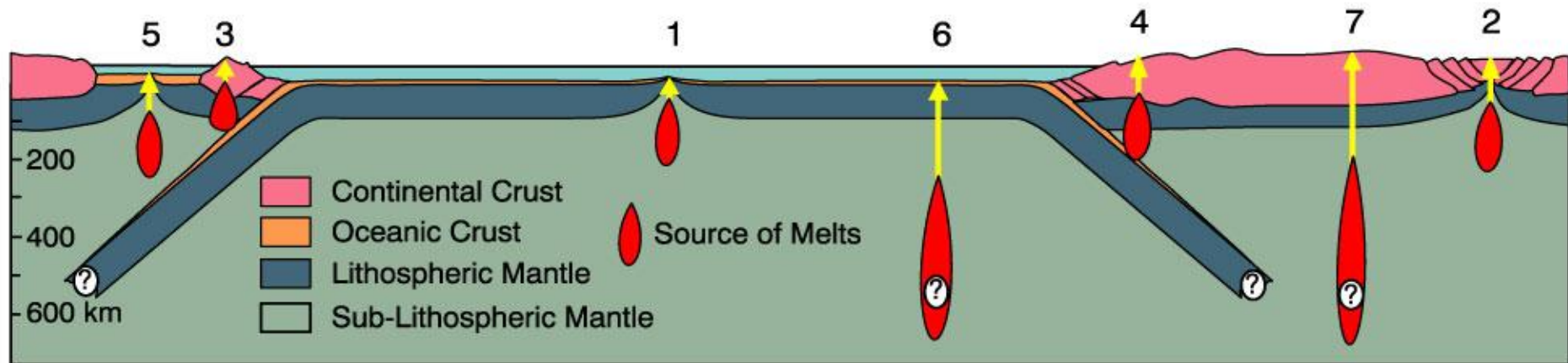
Магматизм в современных деструктивных обстановках

- Островные дуги
- Активные континентальные окраины
- Зоны **КОЛЛИЗИИ** (столкновения) континентальных плит

Для всех них (кроме некоторых коллизионных зон) характерно наличие наклонных сейсмофокальных зон, в которых сосредоточены гипоцентры современных землетрясений. Сейсмофокальные зоны прослеживаются на глубины 600 – 700 км.

Магматизм деструктивных обстановок – наиболее характерны породы среднего (андезитового) состава.

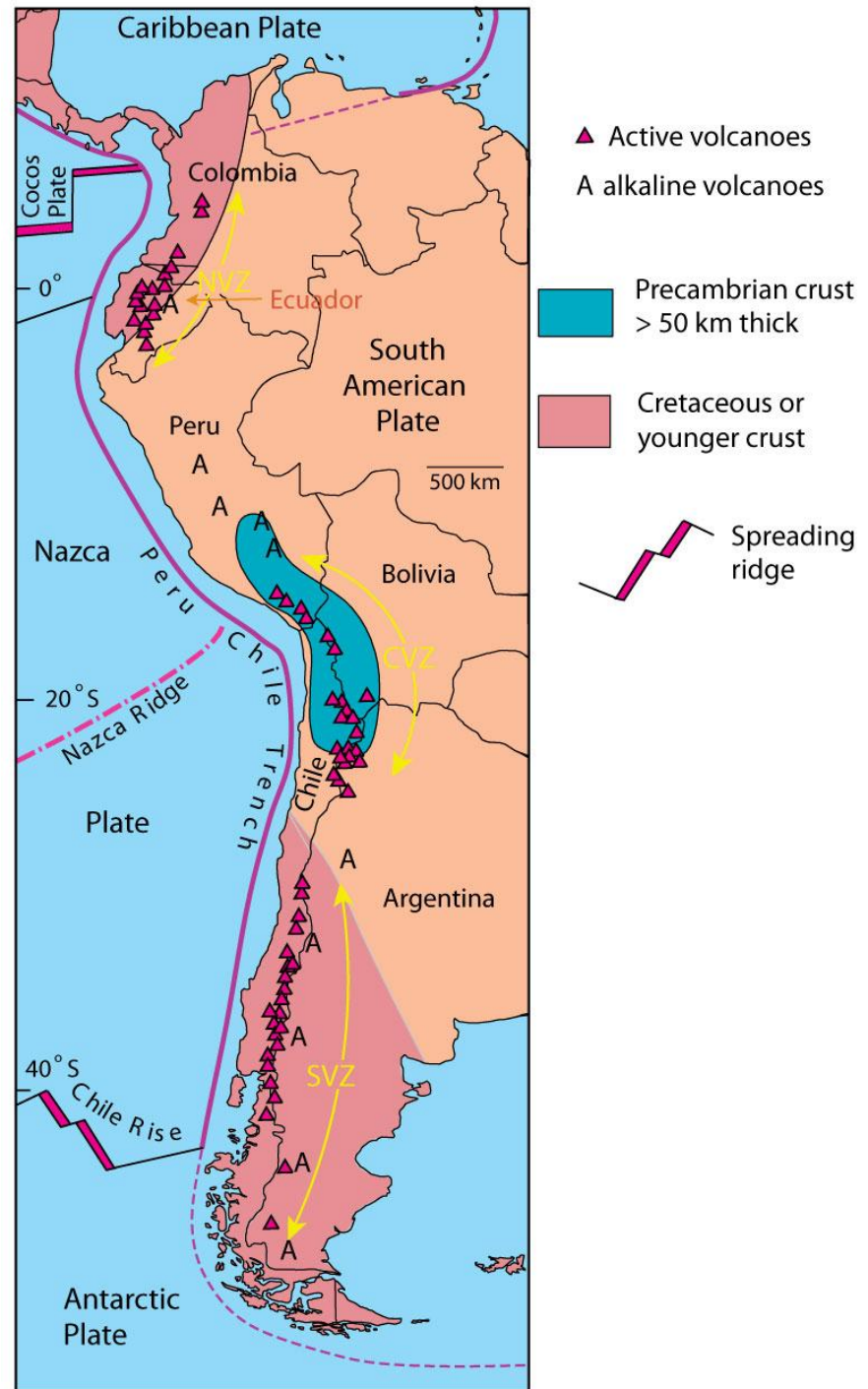
Офиолитовые ассоциации – палеоаналоги магматических ассоциаций в конструктивных



Тектонические обстановки магматической деятельности

- 1-океанические рифты
- 2-континентальные рифты
- 3-островные дуги
- 4-активные континентальные окраины
- 5- задуговые бассейны
- 6- внутриплитные океанические
- 7- внутриплитные континентальные

Map of western South America showing the plate tectonic framework, and the distribution of volcanics and crustal types. NVZ, CVZ, and SVZ are the northern, central, and southern volcanic zones. After Thorpe and Francis (1979) *Tectonophys.*, 57, 53-70; Thorpe *et al.* (1982) In R. S. Thorpe (ed.), (1982). *Andesites. Orogenic Andesites and Related Rocks*. John Wiley & Sons. New York, pp. 188-205; and Harmon *et al.* (1984) *J. Geol. Soc. London*, 141, 803-822. Winter (2001) *An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology*. Prentice Hall.



- При столкновении (**коллизии**) двух континентальных плит или континентальной плиты с островной дугой идет мощное горообразование. Такая обстановка называется *коллизионной*. *В настоящее время она развивается в Памиро-Гималайской горной системе. Считается, что в данной области произошло столкновение Индостанской плиты с Евразией.* Этот процесс начался около 60 млн. лет назад и продолжается до сих пор, что ярко проявилось в Юго-Восточной Азии накануне 2005 года во время очередной подвижки Индостанской плиты. Сильное землетрясение породило огромную волну – цунами, которая смыла и разрушила всю береговую зону Таиланда, Индии, Шри-Ланки. При мощных тектонических перестройках также выделяется достаточно тепла для развития метаморфизма и гранитообразующих процессов.

Внутриплитный магматизм

- Внутриплитный магматизм не зависит от границ литосферных плит, что позволяет думать о его весьма глубинном источнике. Типичные представители внутриплитного магматизма – обогащенные Fe и Ti базальты и пикриты нормальной, умеренной и повышенной щелочности, а также различные щелочные породы.
- В настоящее время появление внутриплитного магматизма связывают с подъемом струй (**плюмов**) разогретого мантийного вещества.
- В настоящее время на Земле выделено более 120 горячих точек, проявивших активность в позднем кайнозое. Корни горячих точек расположены значительно глубже подошвы литосферных плит и относительно неподвижны.

Три главных типа внутриплитного вулканизма

- Пространственно связанные:
- 1. с областями континентального рифтогенеза (примеры - Байкальская рифтовая зона, Восточно-Африканская рифтовая система)
- 2. с осями океанического спрединга (примеры – Исландия, о-ва Св. Елены, Гавайские, Азорские, Канарские, Тристан-да-Кунья и др.)
- 3. развитые вне связи с этими структурами.

Анорогенный магматизм фанерозоя –

Генетическая систематика магматических горных пород

- *Магматические породы, связанные с эндогенными источниками, могут быть разделены на три крупных генетических класса*
- Породы **мантийного** происхождения, источником которых является верхняя мантия Земли
- Породы **корового** происхождения, которые зарождаются в континентальной земной коре
- **Гибридные** магматические породы, образованные в результате смешения мантийных и коровых магм, ассимиляции мантийными магмами твердого корового материала и, наоборот, растворения мантийных пород в коровых магмах

1. Магматические породы мантийного происхождения

- **1. Продукты затвердевания первичных мантийных магм, не изменившие состав при подъеме и кристаллизации;**
- **2. Дифференциаты мантийных магм, возникшие в результате тех или иных преобразований первичного расплава;**
- **3. Кумулаты мантийных магм – породы, содержащие избыток той или иной кристаллической фазы (фаз) по сравнению с тем количеством, которое образуется при равновесной кристаллизации.**

- **1. Первичные мантийные магмы возникают в процессе частичного плавления перидотитов, залегающих ниже поверхности Мохоровичича. Примеры – коматииты, пикриты, бониниты, кимберлиты и лампроиты.**
- **2. Дифференциаты мантийных магм – разнообразные серии пород, полученных в результате дифференциации мантийных магм в системе промежуточных камер. Примеры – базальты, базит-ультрабазитовые расслоенные интрузии, массивы анортозитов.**

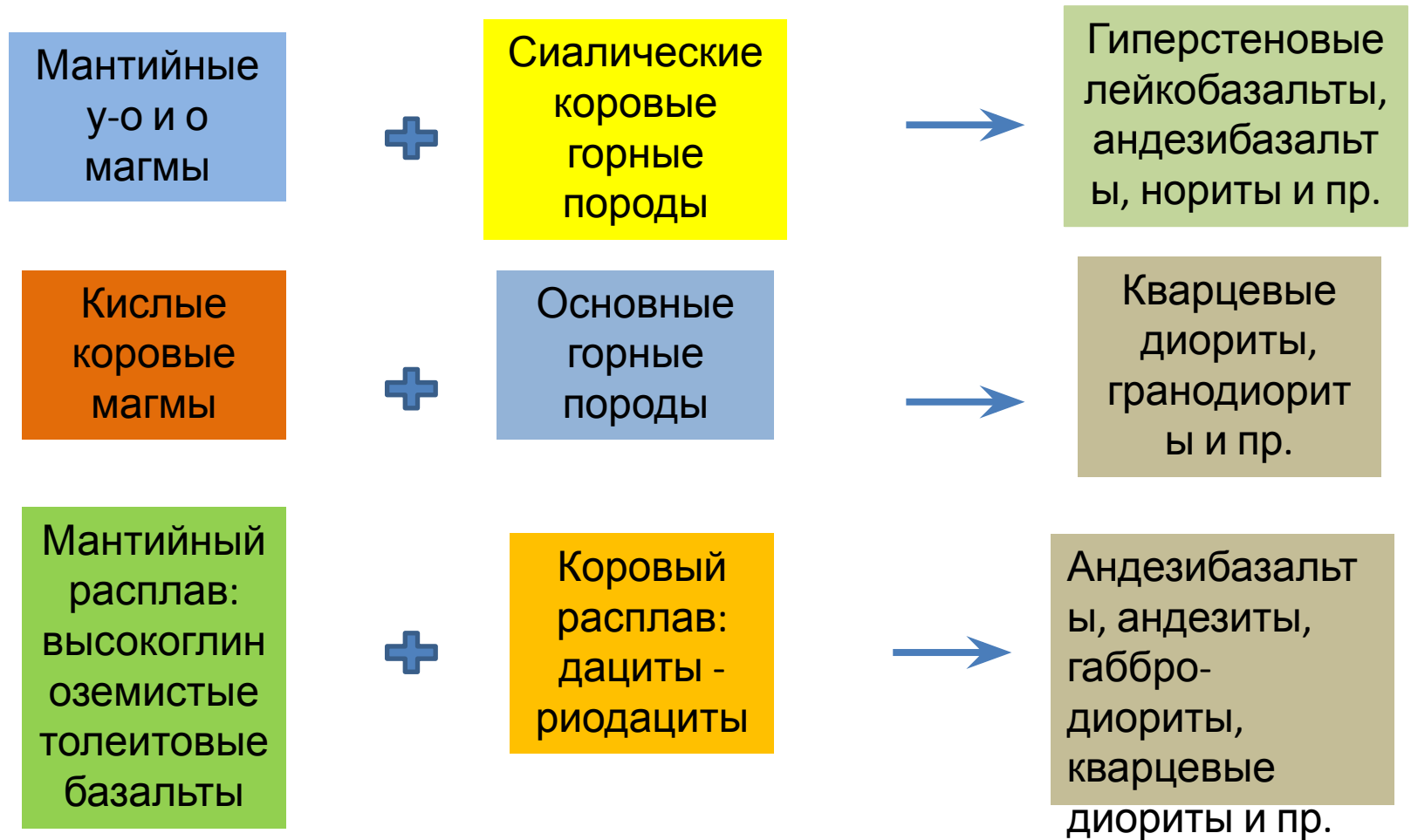
2. *Магматические породы корового происхождения*

- Магмы возникают не только в верхней мантии, но и в континентальной земной коре, где частичному плавлению подвергаются гнейсы, кристаллические сланцы, амфиболиты.
- В земной коре зарождаются главным образом кислые и ультракислые магмы, реже – расплавы среднего состава.
- Магматические породы, связанные с коровыми источниками разделяют на **автохтонные** и **аллохтонные**.
- **Автохтонные** породы - их кристаллизация происходила там же, где возникли и сами расплавы. Автохтонные условия кристаллизации характерны для гранитоидов в глубоко эродированных зонах ультраметаморфизма. Это т.наз. **МИГМАТИТЫ**.
- **Аллохтонные** породы – образовались при перемещении коровой магмы в область более низкого давления. Это всевозможные граниты, тоналиты, трондъемиты, гранодиориты и др. и их вулканические аналоги.

3. Магматические породы гибридного происхождения

- Кроме частичного плавления мантийного и корового вещества и последующей дифференциации возникающих при этом магм важное значение имеют разнообразные процессы смешения, приводящие к образованию **гибридных** магматических пород.
- Если мантийные магмы имеют преимущественно ультраосновной и основной состав, а коровые магмы – кислый и ультракислый, то **гибридные** изверженные породы имеют главным образом **средний** состав.

3. Магматические породы гибридного происхождения



Норвегия
Norway

Баренцево море
Barents Sea

Геологическая карта Кольского региона Geological Map of the Kola region

Гл. редактор Ф.П. Митрофанов
Editor in chief F.P. Mitrofanov

Геологический институт Кольского научного центра РАН
Geological Institute of the Kola Science Centre RAS

Масштаб 1:1500000 Scale 1:1500000



Апатиты 2001
Apatity 2001



Финляндия
Finland

Белое море
White Sea

White Sea

