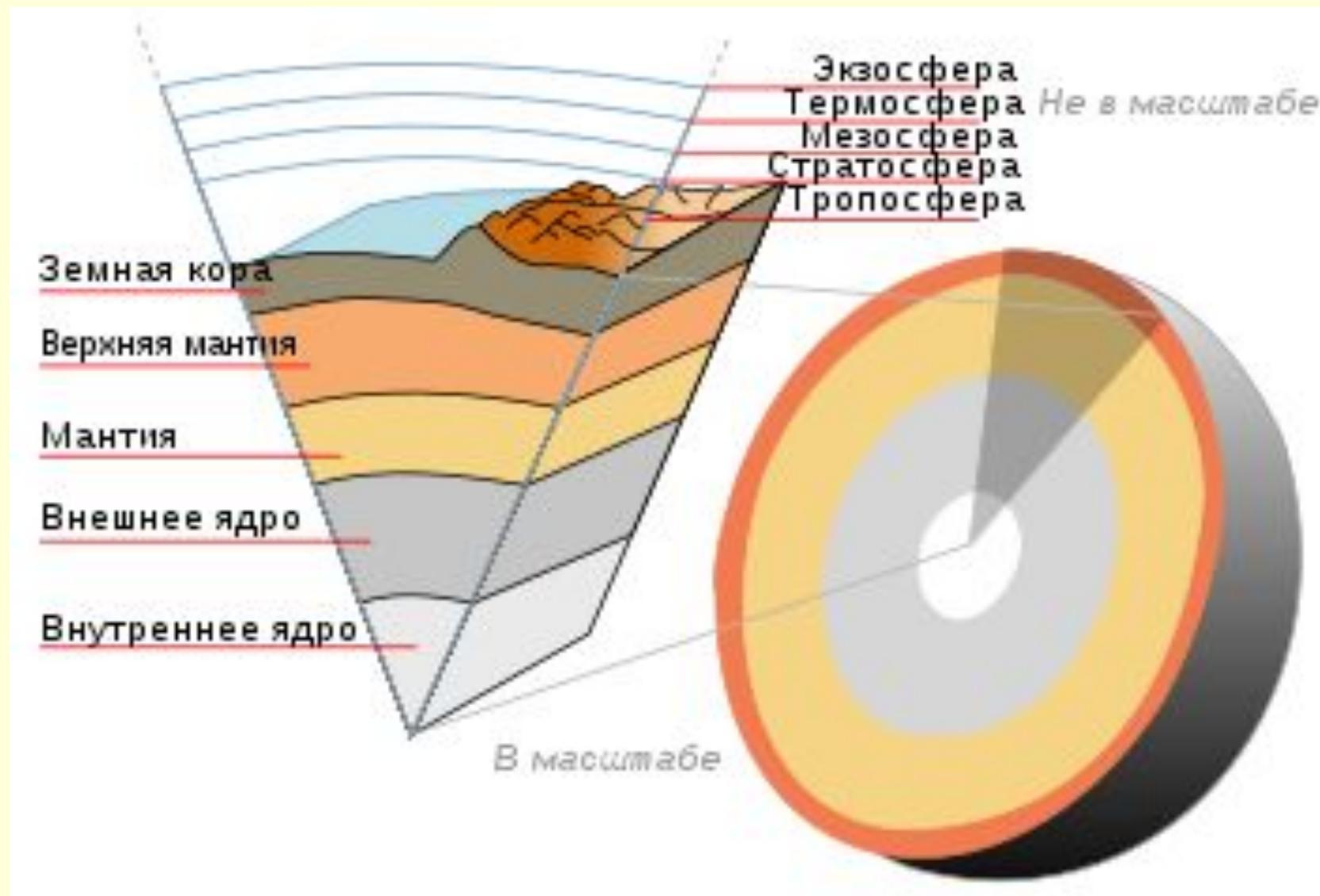


# **Тема 16. ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ**

Г.В. Лебедев  
Пермский университет

# 16.1.Общая структура планеты Земля

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/90/Earth-crust-cutaway-ru.svg/350px-Earth-crust-cutaway-ru.svg.png>



**Литосфера** (от греч. λίθος — камень и σφαίρα — шар, сфера) — твёрдая оболочка Земли, состоящая из земной коры и части верхней мантии. Нижняя граница литосферы Земли нечёткая и определяется резким уменьшением вязкости пород, понижением скорости распространения сейсмических волн и увеличением электропроводности пород. Эта область получила название астеносфера (от др.-греч. asthees — слабый и др.-греч. σφαίρα).

**Астеносфера** является верхним пластичным слоем верхней мантии Земли. Астеносфера - слой пониженной твердости, прочности и вязкости в мантии Земли. Астеносфера находится в верхней части мантии, но ее верхняя граница всюду глубже нижней границы земной коры: под океанами на глубине около 50 км, под материками - около 100 км. Нижняя граница астеносфера находится на глубине 250-300 км. Астеносфера - основной источник магмы.

Считается, что физические свойства вещества астеносферы, связаны с его аморфным, пластичным состоянием. Движение вещества в астеносфере - одна из важнейших причин горизонтальных и вертикальных тектонических движений, магматизма и метаморфизма в земной коре. греч. Asthenes - слабый + Sphaira – шар

Граница между литосферой и астеносферой может лежать на глубине от 4 (под рифтами) до 200 (под кратонами) км.

**В составе литосферы** Земли выделяют подвижные области — **складчатые пояса и относительно стабильные платформы**, которые перемещаются по астеносфере.

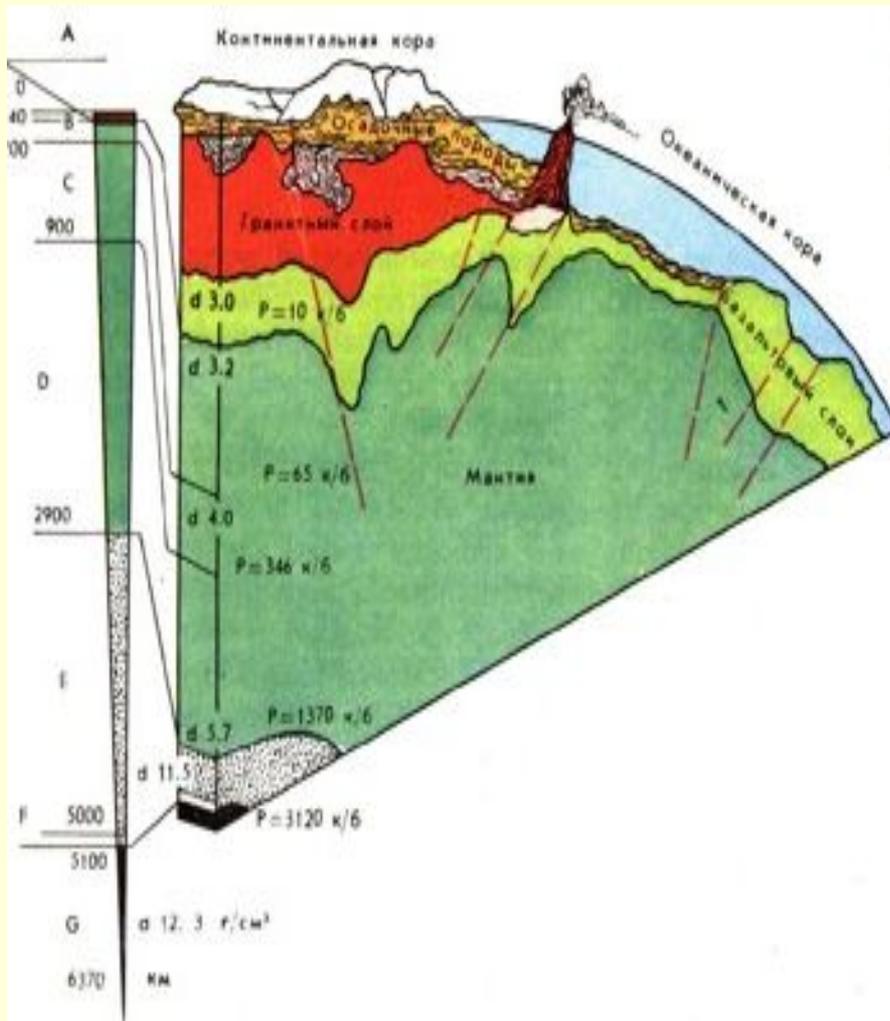
# Вертикальный разрез земной коры

[http://rudocs.exdat.com/pars\\_docs/tw\\_refs/29/28545/28545\\_html\\_737c720b.jpg](http://rudocs.exdat.com/pars_docs/tw_refs/29/28545/28545_html_737c720b.jpg)



- **Земная кора** – внешняя твердая оболочка Земли, ограниченная снизу **разделом Мохоровичича (Мохо)**.
- Ниже земной коры располагается мантия, сложенная породами ультраосновного состава.
- В вертикальном разрезе земной коры выделяются **три слоя**:
  - 1) осадочный,
  - 2) гранито-гнейсовый (гранитный),
  - 3) базальтовый.

# Строение Земли и земной коры



- По наличию (отсутствию) гранитного слоя выделяют два основных типа земной коры:
  - 1) океанический** (гранитный слой отсутствует),
  - 2) континентальный** (присутствуют все три слоя).

# 16.2. Строение океанической коры

- В вертикальном разрезе (сверху вниз) выделяются три слоя:
  - 1) осадочный (0 - 1,2 км),
  - 2) базальтовый (1,5 - 2,9 км),
  - 3) базитовый\*, сложенный основными и ультраосновными породами (4 - 6 км).

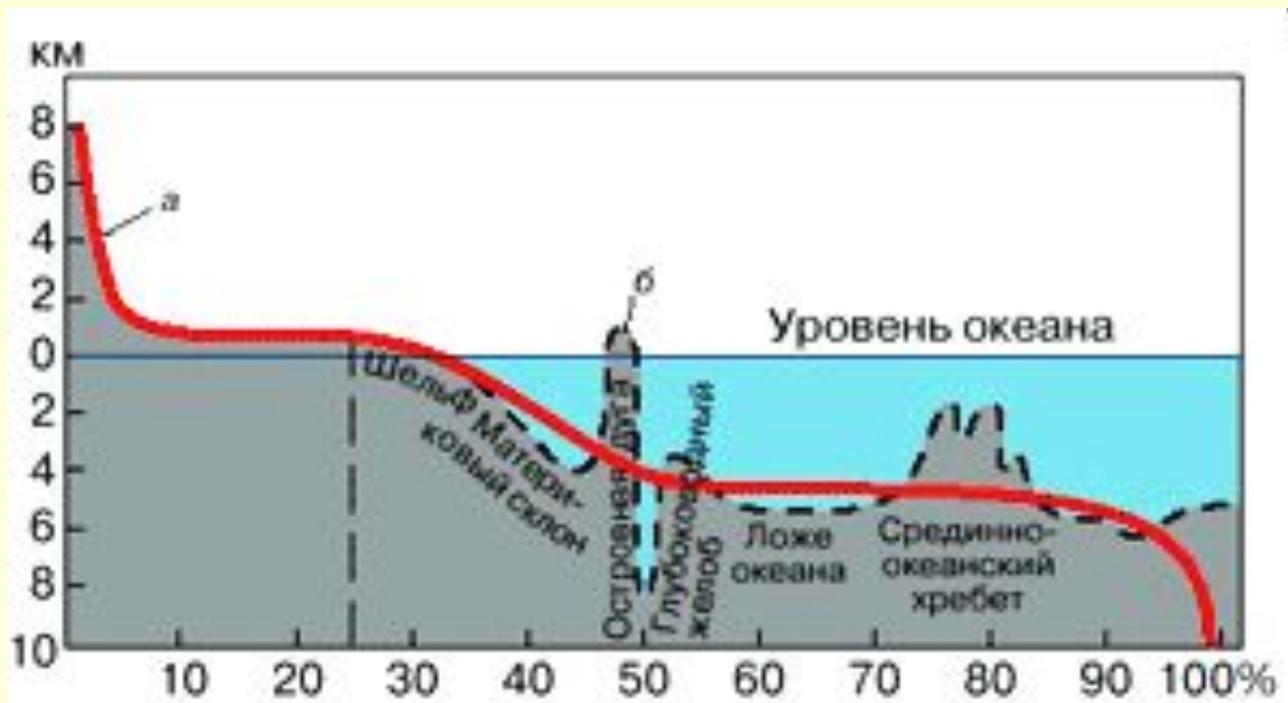
---

*\*Базитовый слой многие исследователи включает в состав базальтового слоя.*

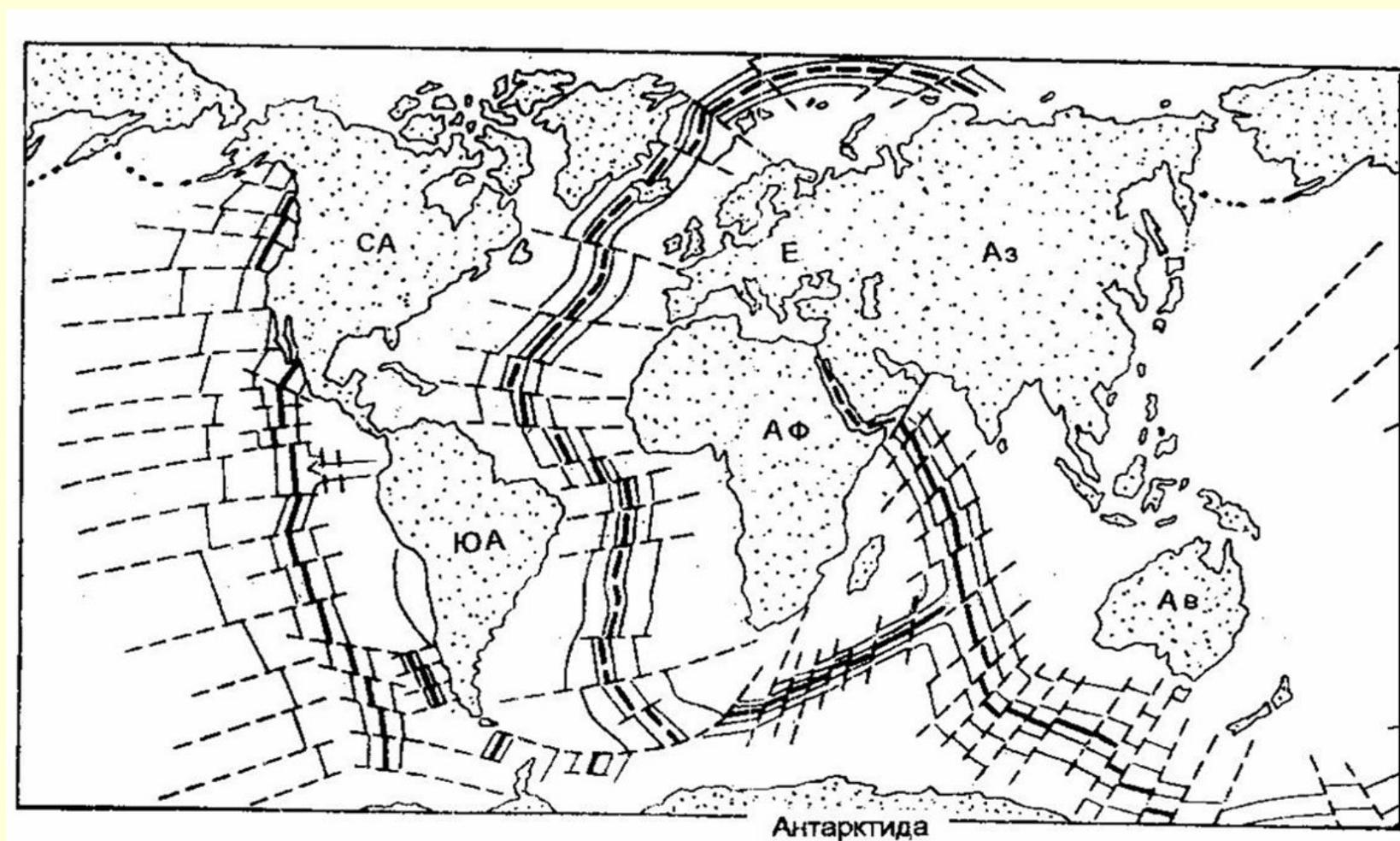
## Основные тектонические элементы океанической коры

1. Срединно-океанические хребты (СОХ);
2. Абиссальные равнины;
3. Микроконтиненты;
4. Трансформные разломы;

# Обобщенный профиль дна океана (по О.К. Леонтьеву)

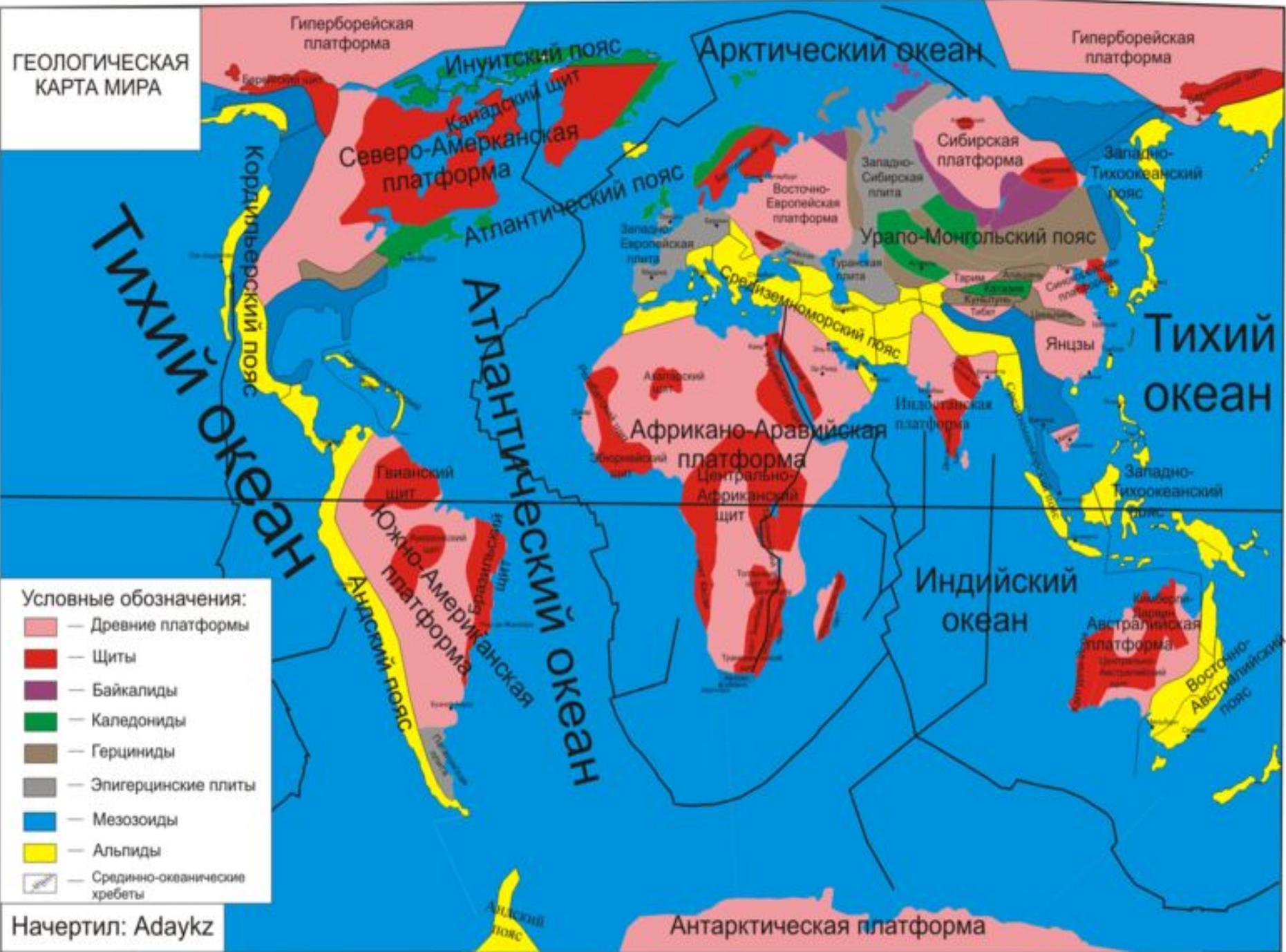


## 16.2.1. Срединно-океанические хребты



- **Срединно-океанические хребты** представляют собой **сеть хребтов** хребтов, расположенных в центральных частях всех **океанов** хребтов, расположенных в центральных частях всех океанов. Возвышаются над **абиссальными равнинами** хребтов, расположенных в центральных частях всех океанов. Возвышаются над абиссальными равнинами на 2—3 км. Общая протяжённость хребтов более 70 тыс.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ  
КАРТА МИРА

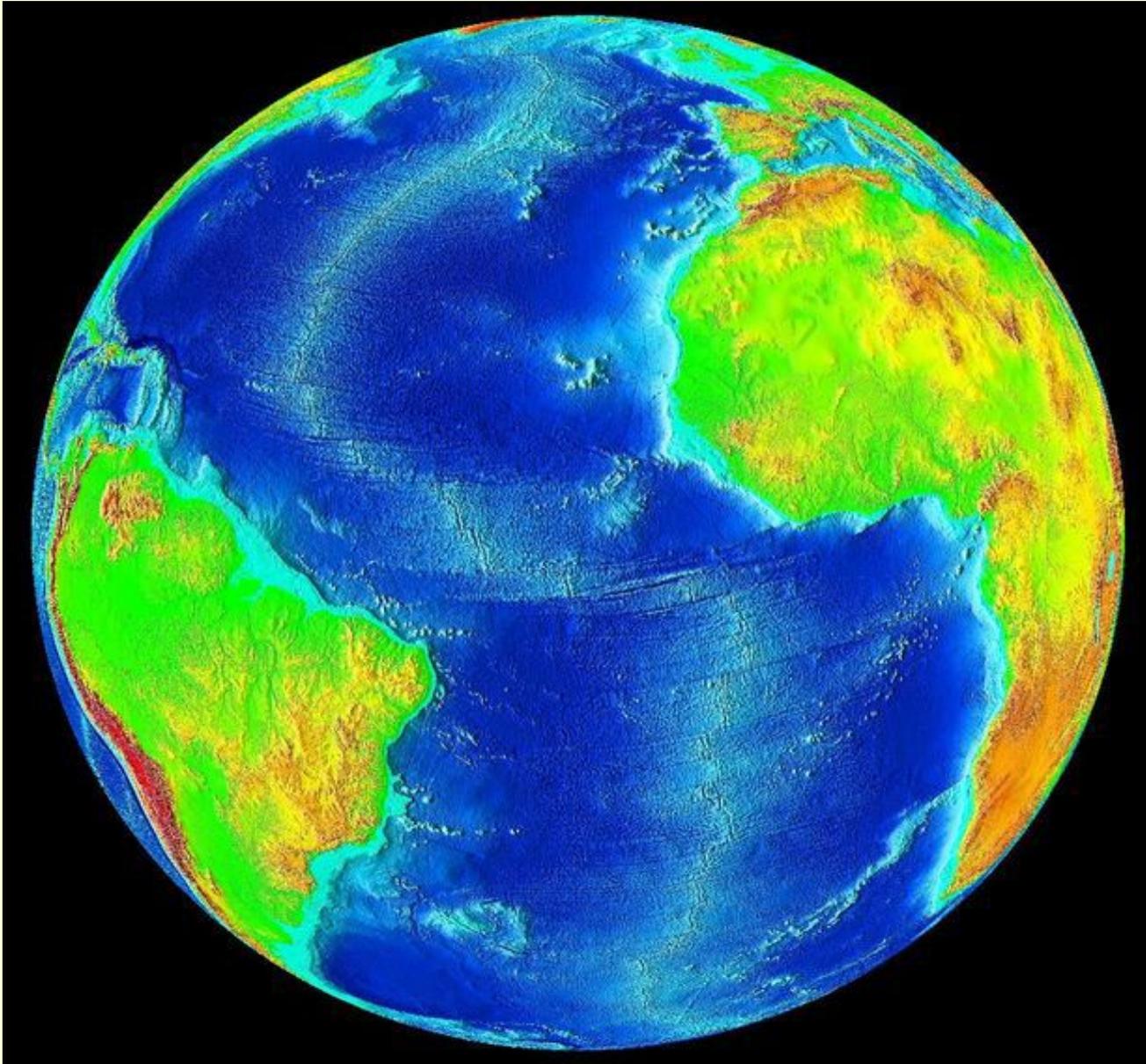


Условные обозначения:

- Древние платформы
- Щиты
- Байкалиды
- Каледониды
- Герциниды
- Эпигерцинские плиты
- Мезозоиды
- Альпиды
- Срединно-океанические хребты

Начертил: Adaykz

# Срединный Атлантический хребет



# Строение срединно-океанических хребтов

А.К. Корсаков, 2009

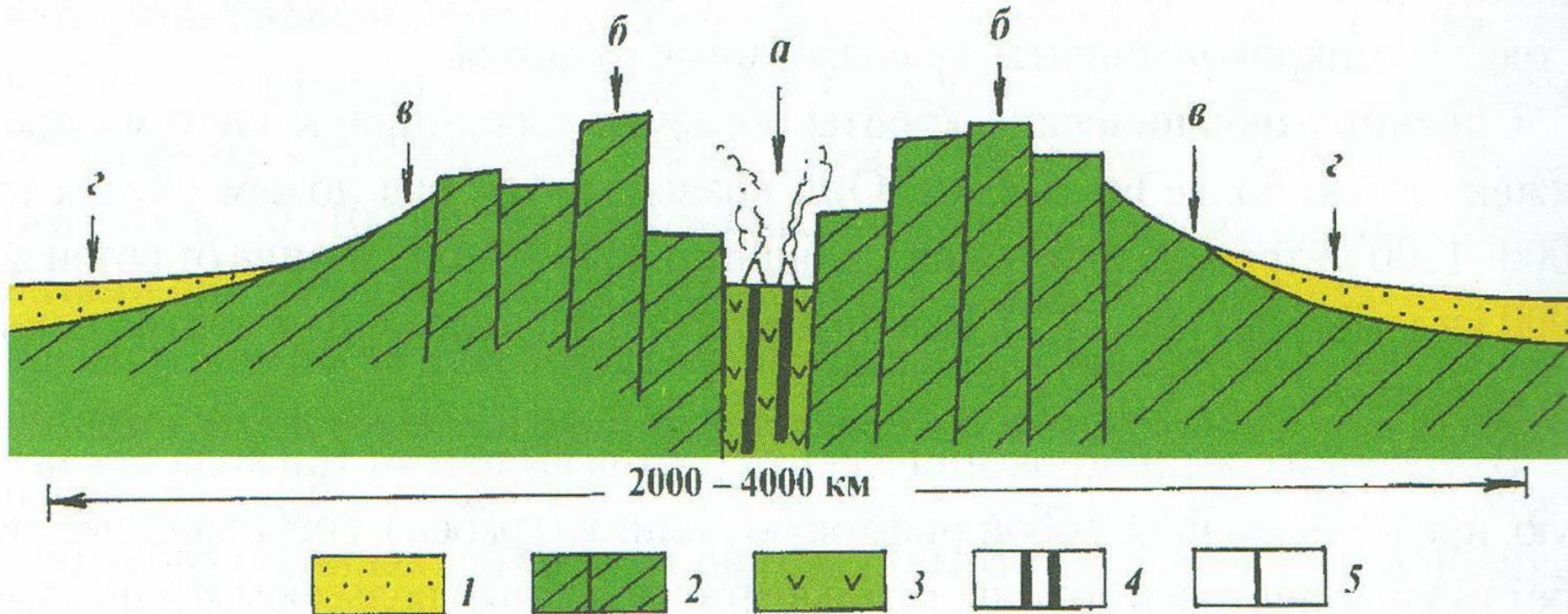
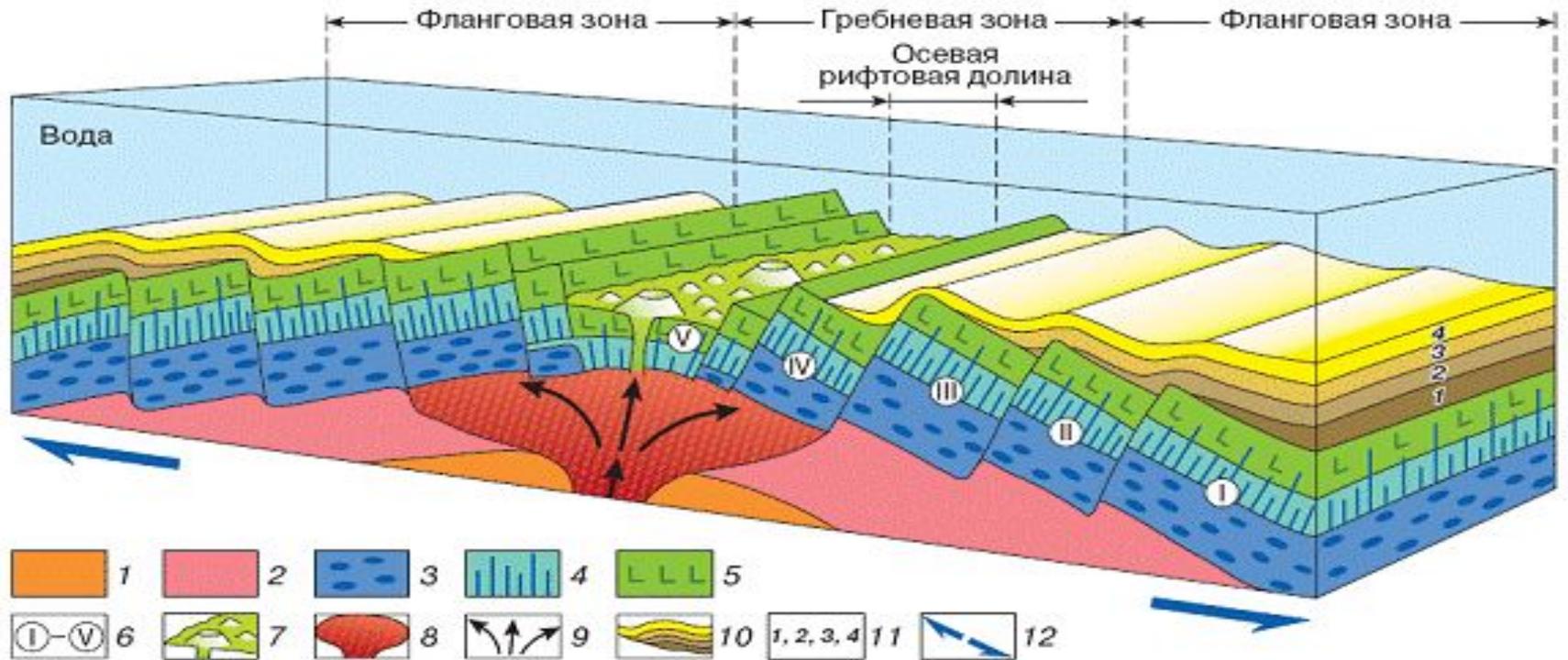


Рис. 12.3. Основные элементы строения срединно-океанических хребтов:

*a* – центральная рифтовая зона; *б* – гребневая зона; *в* – зона флангов; *г* – абиссальная равнина.  
1 – осадки абиссальной равнины; 2 – второй (базальтовый) слой океанической коры; 3 – свежие базальты; 4 – магмаподводящие каналы; 5 – разрывные нарушения

# Тектоника срединного океанического хребта

## Раздвижение океанических плит - спрединг

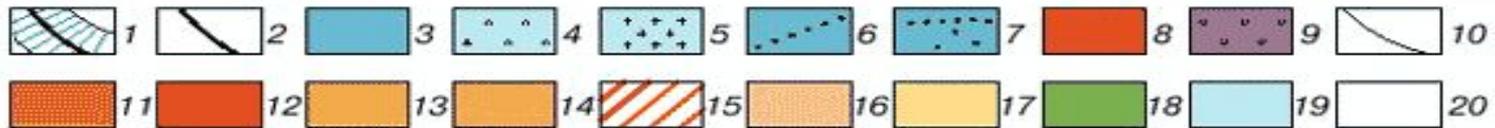
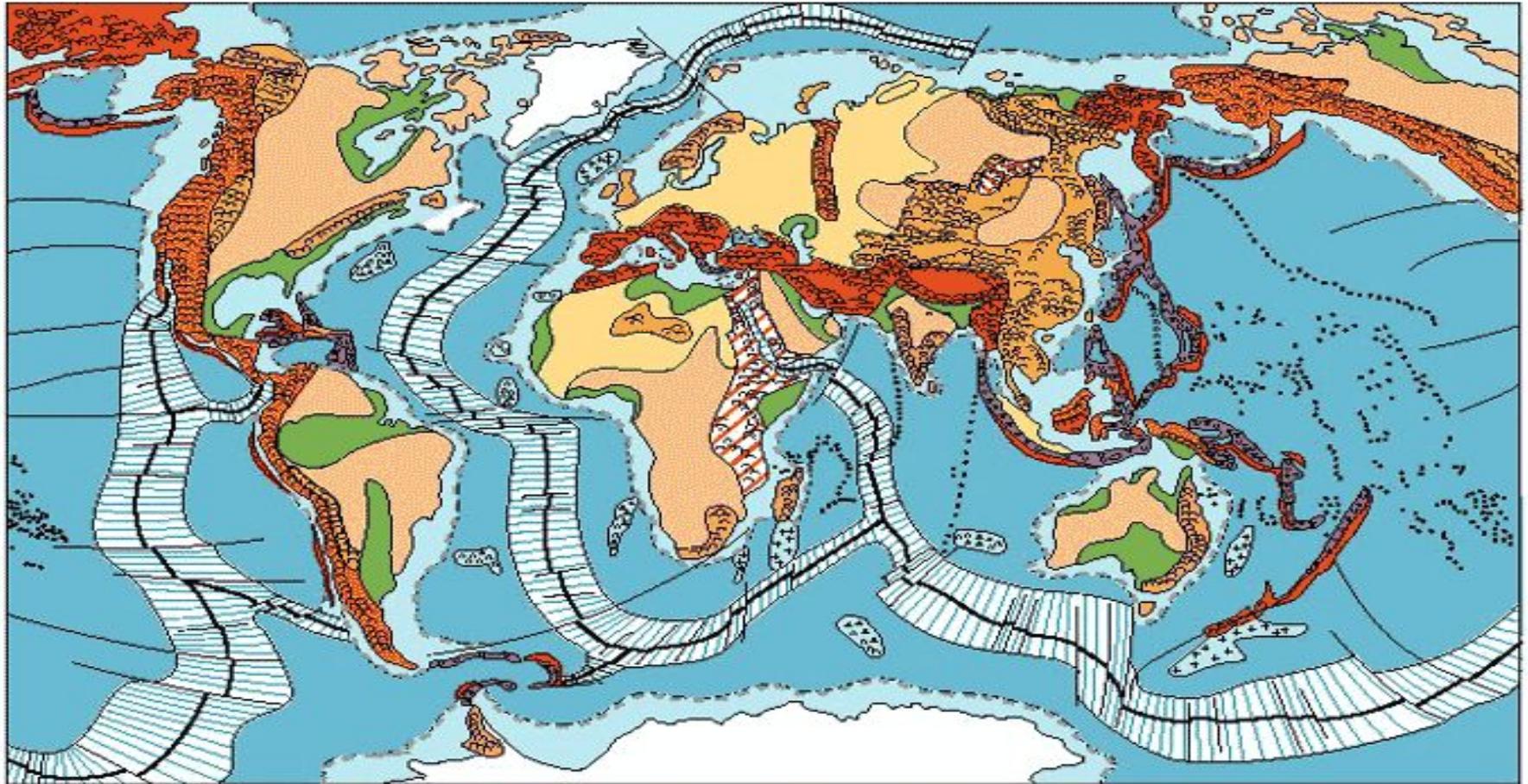


**Рис. 4.** Блок-диаграмма строения фрагмента внутриокеанского спредингового пояса.

1 – астеносфера, 2–7 – разновозрастные комплексы ультраосновных и основных пород океанической коры: 2 – ультраосновные породы, образовавшиеся из нижней части магматического очага (“кумулятивный комплекс”), 3 – существенно основные породы (габброиды), образовавшиеся из верхней части магматического очага, 4 – комплекс параллельных базальтовых даек, 5 – комплекс базальтовых лав, частично пронизанных дайками, 6 – возрастные генерации океанической коры, соответствующие разным стадиям спрединга, 7 – ограниченное сбросами дно осевой рифтовой долины, сложенное базальтовыми лавами с подводными вулканическими аппаратами, 8 – близповерхностный магматический очаг с расплавом основного состава в верхней части и ультраосновного в нижней; 9 – конвективные течения магмы в очаге; 10 – толща океанических осадков; 11 – разновозрастные стратиграфические комплексы океанических осадков; 12 – направления, по которым происходит расширение океанической коры на флангах спредингового пояса

## 16.2.2. Абиссальные равнины (океанические платформы)

- Занимают пространство между СОХами и континентальными подножиями (ложе мирового океана, глубина 4-6 км).
- Характеризуются равнинным рельефом, который может осложняться вулканическими поднятиями (хребтами), котловинами.



**Океаны:** 1 - срединно-океанские хребты, 2 - оси срединных хребтов, 3 - абиссальные равнины и глубоководные котловины окраинных и внутренних морей, 4 - крупные подводные поднятия ложа океана, 5 - крупные подводные поднятия ложа океана, подстилаемые континентальной корой (микроконтиненты), 6 - вулканические архипелаги, 7 - вулканические архипелаги, погруженные ниже уровня океана, 8 - глубоководные желоба, 9 - островные дуги, 10 - трансформные разломы

**Континенты:** 11 - 15

## 16.2.3. Микроконтиненты

- **Микроконтиненты** - изолированные блоки континентальной земной коры (содержат гранитный слой) среди океанической коры.
- Примеры: плато Роколл (Атлантический океан), Мадагаскар и Сейшельские острова (Индийский океан), Норфолк (Тихий океан).

## 16.2.4. Трансформные разломы

- Трансформные разломы - крупные разломы, пересекающие срединно-океанические хребты и переходящие в абиссальные равнины.
- Морфологический тип разломов – сдвиги, сбросо-сдвиги.
- В рельефе дна океанов могут представлять уступы и ущелья высотой до первых километров.

# Океанические (континентальные) окраины

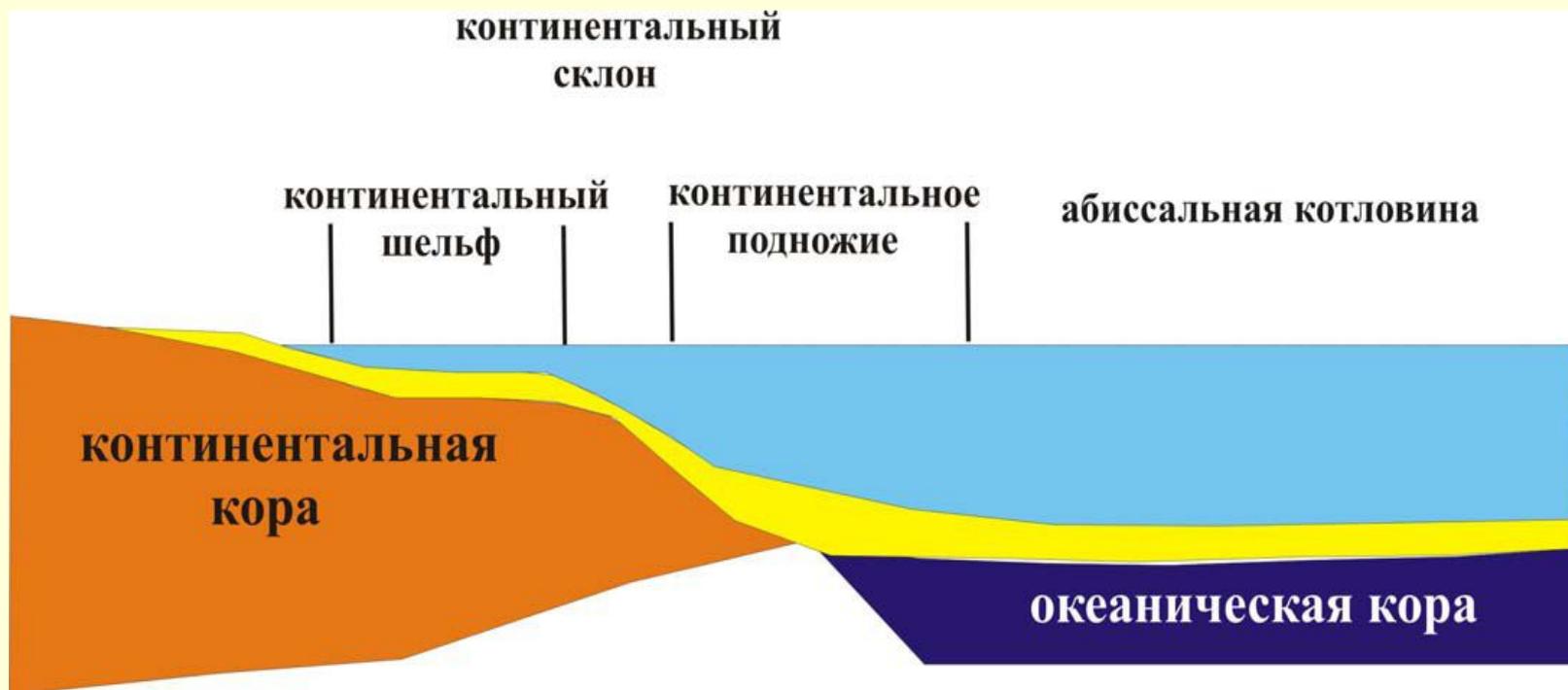
- Представляют собой зоны сочленения территорий океанической и континентальной земной коры. Имеют земную кору промежуточного типа.
- Подразделяются на:
  1. Пассивные окраины
  2. Активные окраины

# Принципиальная схема строения пассивной океанической окраины

(абиссальная равнина относится к ложу океана)

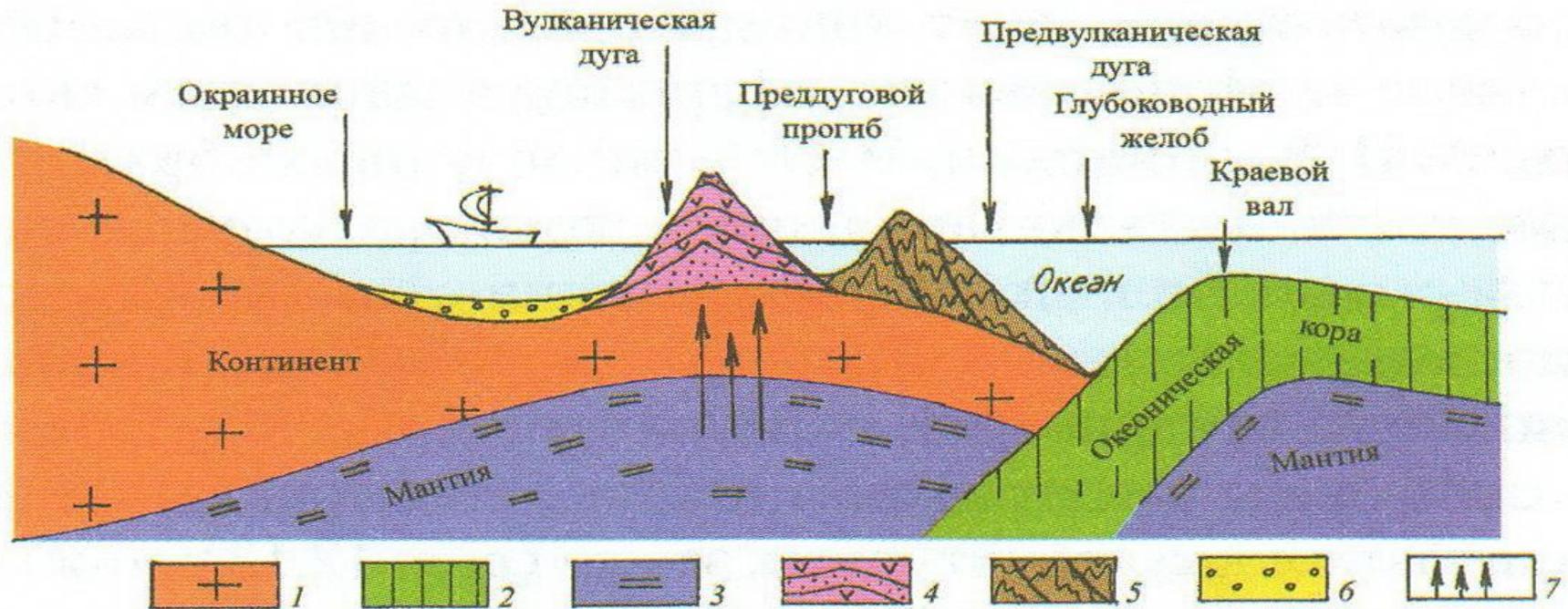
А.О. Мазарович, 2006

*Такой тип разреза характерен для западной и восточной окраин Атлантического океана и западной окраины Индийского океана.*



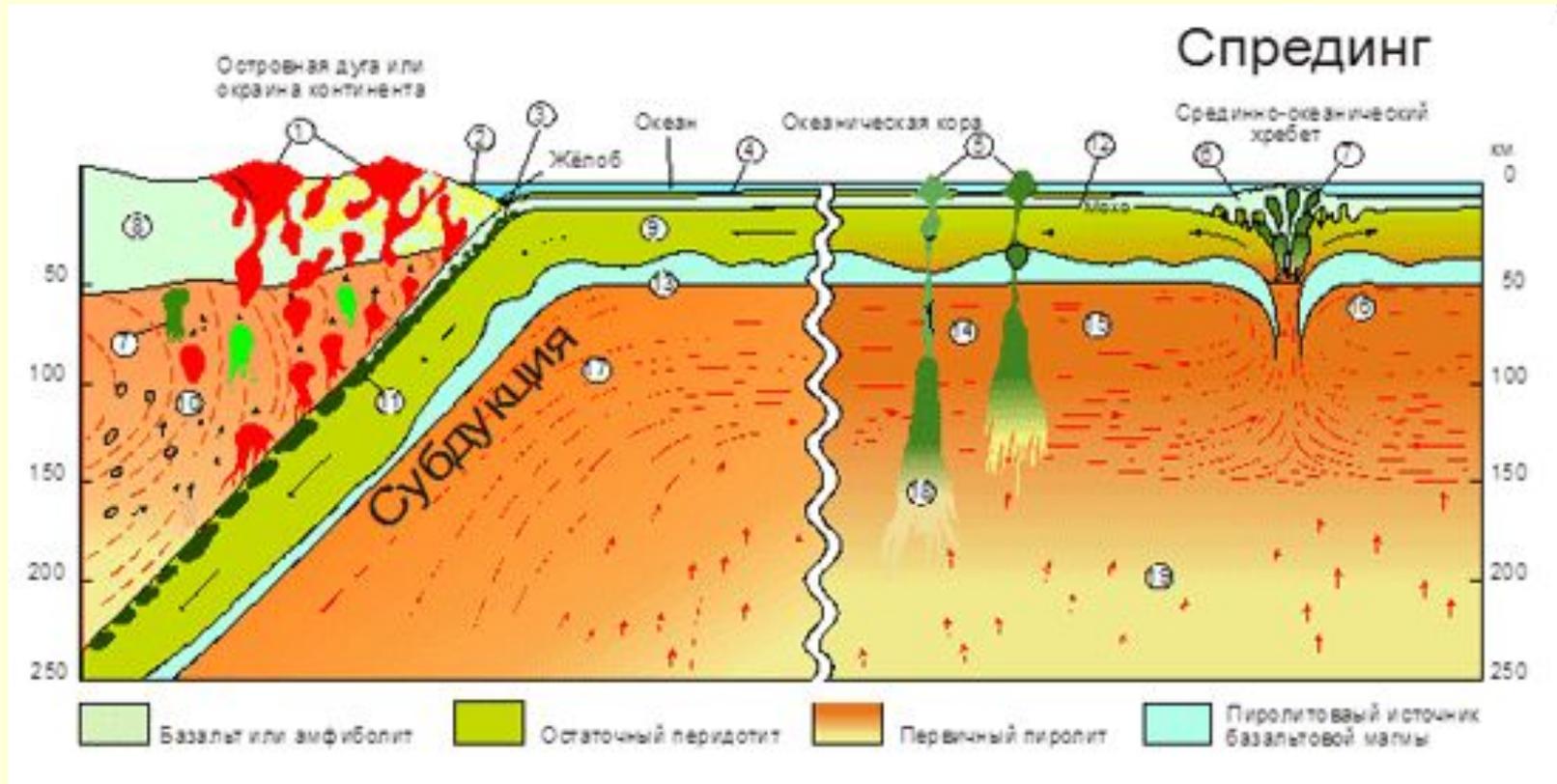
# Схема строения активной континентальной окраины

А.К. Корсакову, 2009



1 – континентальная кора; 2 – океаническая кора; 3 – мантия; 4 – вулканокластический материал; 5 – материал аккреционной призмы; 6 – осадки окраинного моря; 7 – направление подъема флюидного потока

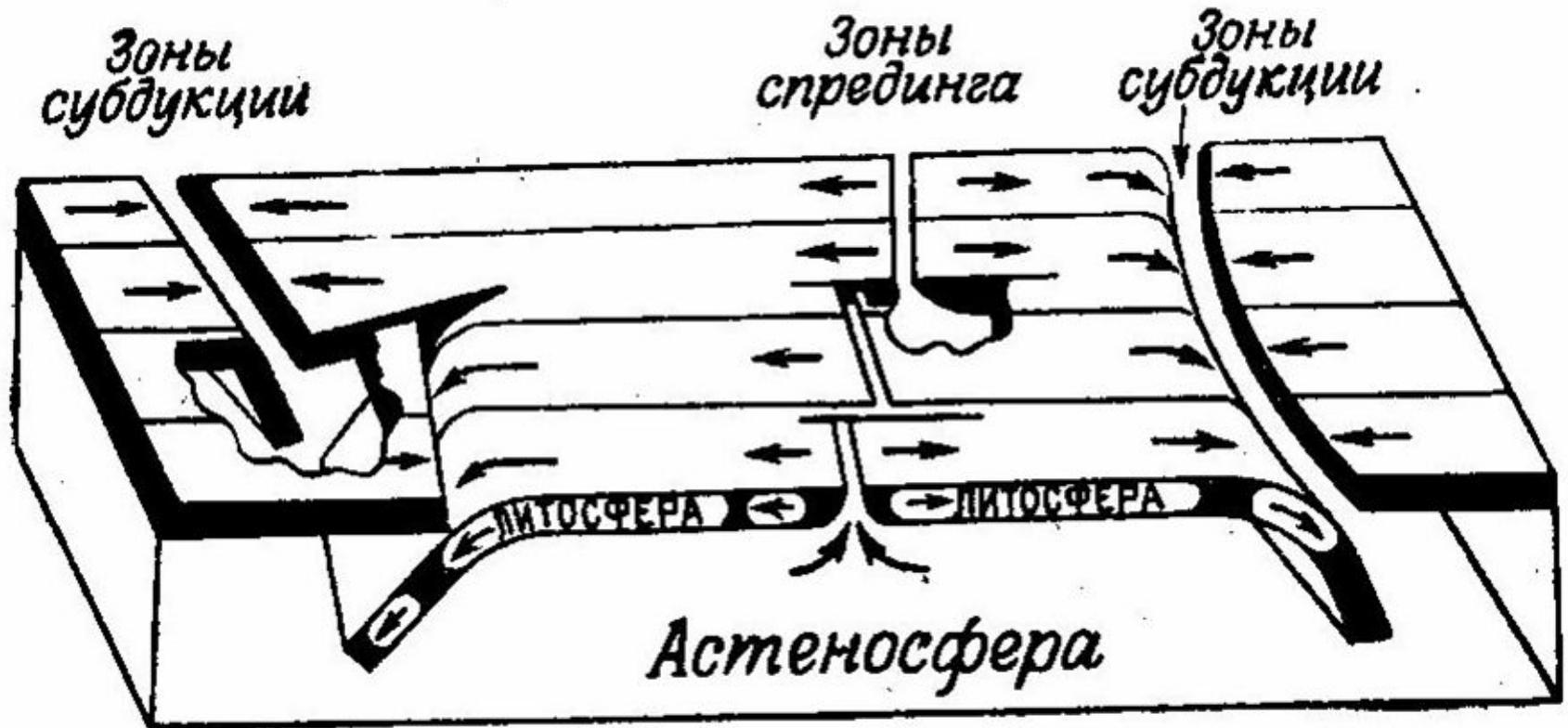
# Спрединг и субдукция



**Спрединг** (от англ. spread – растягивать) – процесс раздвигания океанических литосферных плит относительно срединно-океанических хребтов.

**Субдукция** (от лат. sub – под, ductio – ведение) – поддвижение океанических плит под континентальные по глубинным разломам (зонам Бенъофа).

## Схема движения океанических плит



# Карта землетрясений и действующих вулканов мира

[http://portalsafety.at.ua/\\_ph/3/2/788572366.jpg](http://portalsafety.at.ua/_ph/3/2/788572366.jpg)



Большинство землетрясений и действующих вулканов приурочено к зонам крупнейших разрывных нарушений Земли: срединно-океаническим хребтам, зонам субдукции и внутриконтинентальным рифтам

# 16.3. ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНТИНЕНТОВ

## 16.3.1. Общая характеристика континентальной земной коры

- В вертикальном разрезе выделяются три слоя:
  1. Осадочный
  2. Гранитный (гранитно-метаморфический)
  3. Базальтовый
- Граница между осадочным и гранитным слоем называется разделом Конрада.
- Мощность континентальной земной коры 30-80 км. Наибольшей мощностью характеризуются горные районы.
- В составе континентов выделяют:
  1. Платформы
  2. Складчатые пояса (области); другое название - аккреционно-складчатые области.

**Шельф зоны океанов имеет континентальный тип земной коры.**

## 16.3.2. Строение платформ

- В вертикальном разрезе платформ выделяются два этажа:

### 1. Складчато-метаморфический фундамент

### 2. Осадочный чехол

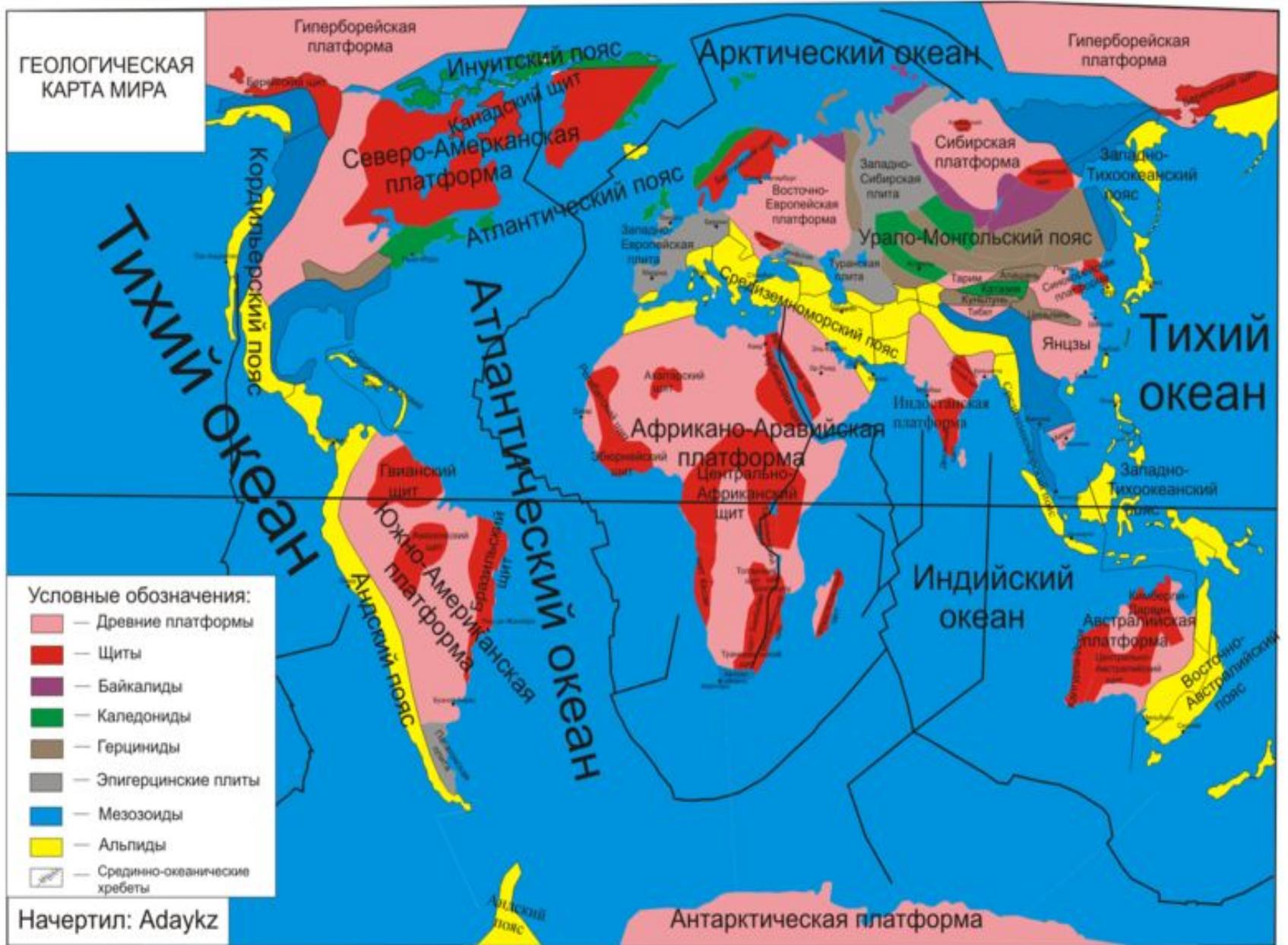
Платформы, имеющие докембрийский фундамент, называются древними или кратонами (Северо-Американская, Восточно-Европейская, Сибирская, Африканская и др.).

Платформы, имеющие более молодой возраст фундамента (каледонский, герцинский или мезозойский фундамент), называются молодыми (Западно-Сибирская, Скифско-Туранская). При описании молодых платформ к их названиям добавляется приставка «эпи-»: эпикаледонская, эпигерцинская и т.п.

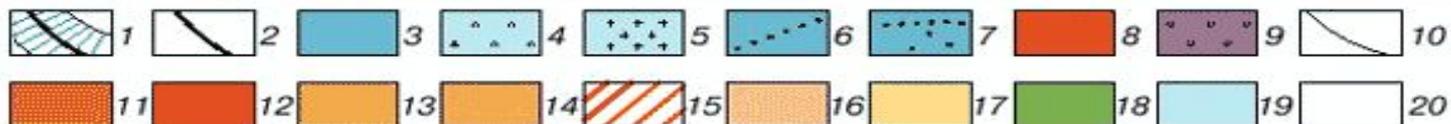
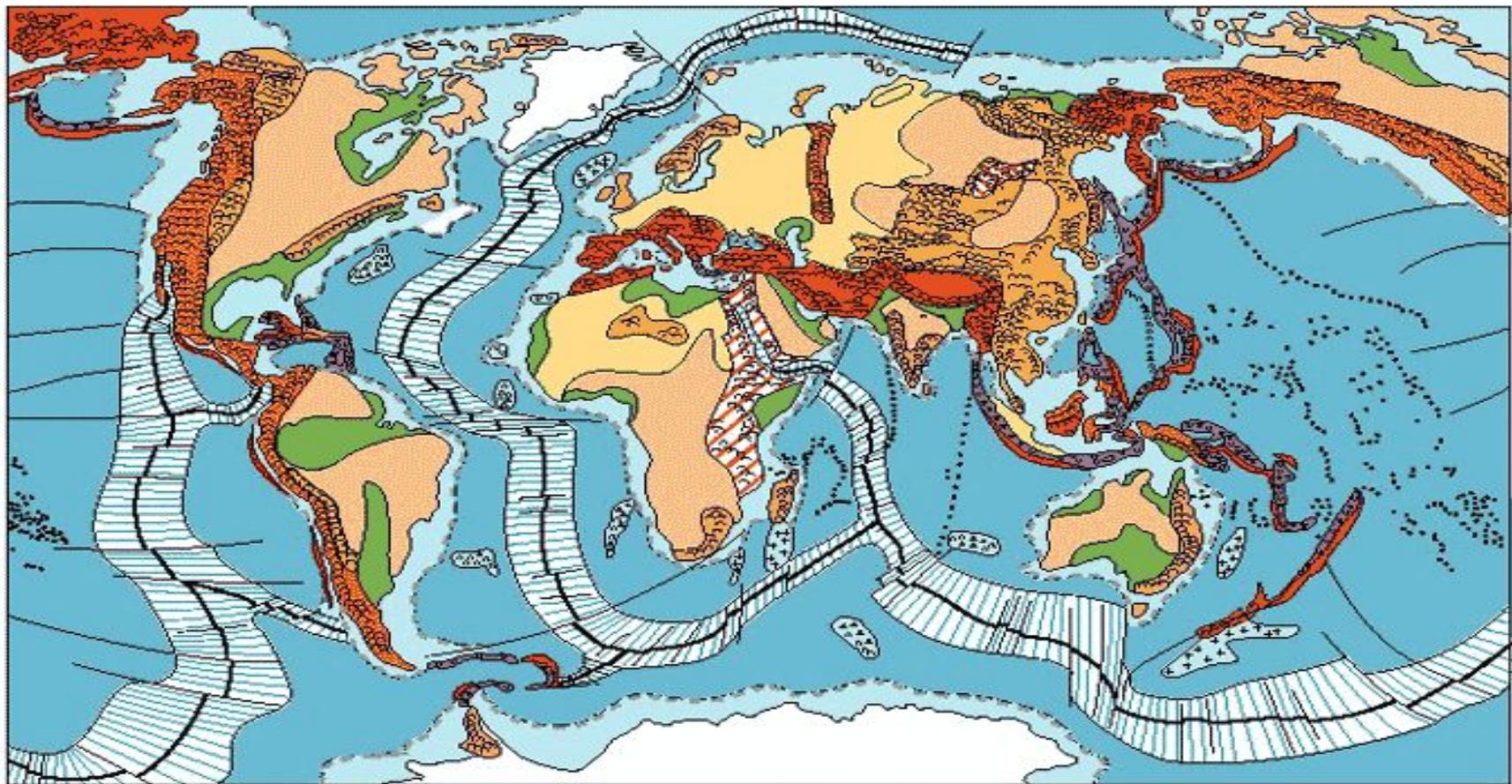
# Характерные особенности платформ

1. Слабо расчлененный рельеф.
2. Небольшая амплитуда и скорость вертикальных тектонических движений, обуславливающих небольшие мощности стратиграфических подразделений (для отделов и ярусов – десятки и первые сотни метров).
3. Горизонтальное или слабо наклонное залегание пород, местами нарушенное складчатыми и разрывными дислокациями; складчатость прерывистая, разнообразная ориентировка осей складок, широкое развитие куполовидных и брахиформных складок.
4. Специфичность и выдержанность по площади геологических формаций осадочного чехла: морская карбонатная, красноцветная обломочная, эвапоритовая, обломочная морская, обломочная морская, континентальная, трапповая и др.
5. Обычно слабое проявление магматизма. В ряде случаев в связи с тектоно-магматической активизацией широкое развитие вулканитов основного состава в виде вокрово, силлов, даек, трубок взрыва (трапповая формация).
6. Отсутствие метаморфизма осадочного чехла.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ  
КАРТА МИРА



Начертил: Adaykz

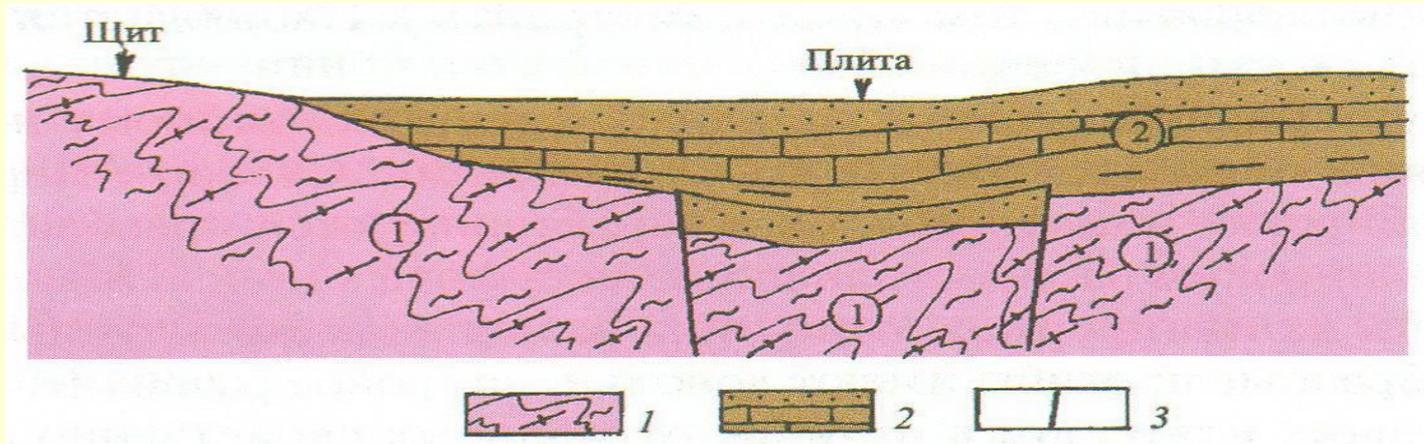


Океаны: 1 – 10

Континенты: 11 - 15 - горные хребты: 11 - возникшие над зонами субдукции, 12 - возникшие в зонах коллизии, 13 - внутриконтинентальные телеколлизийного происхождения, 14 - окраинно-континентальные, 15 - рифтовые; 16 - плоскогорья; 17 - денудационные равнины; 18 - низменности; 19 - шельф и эпиконтинентальные моря; 20 - покровы льда.

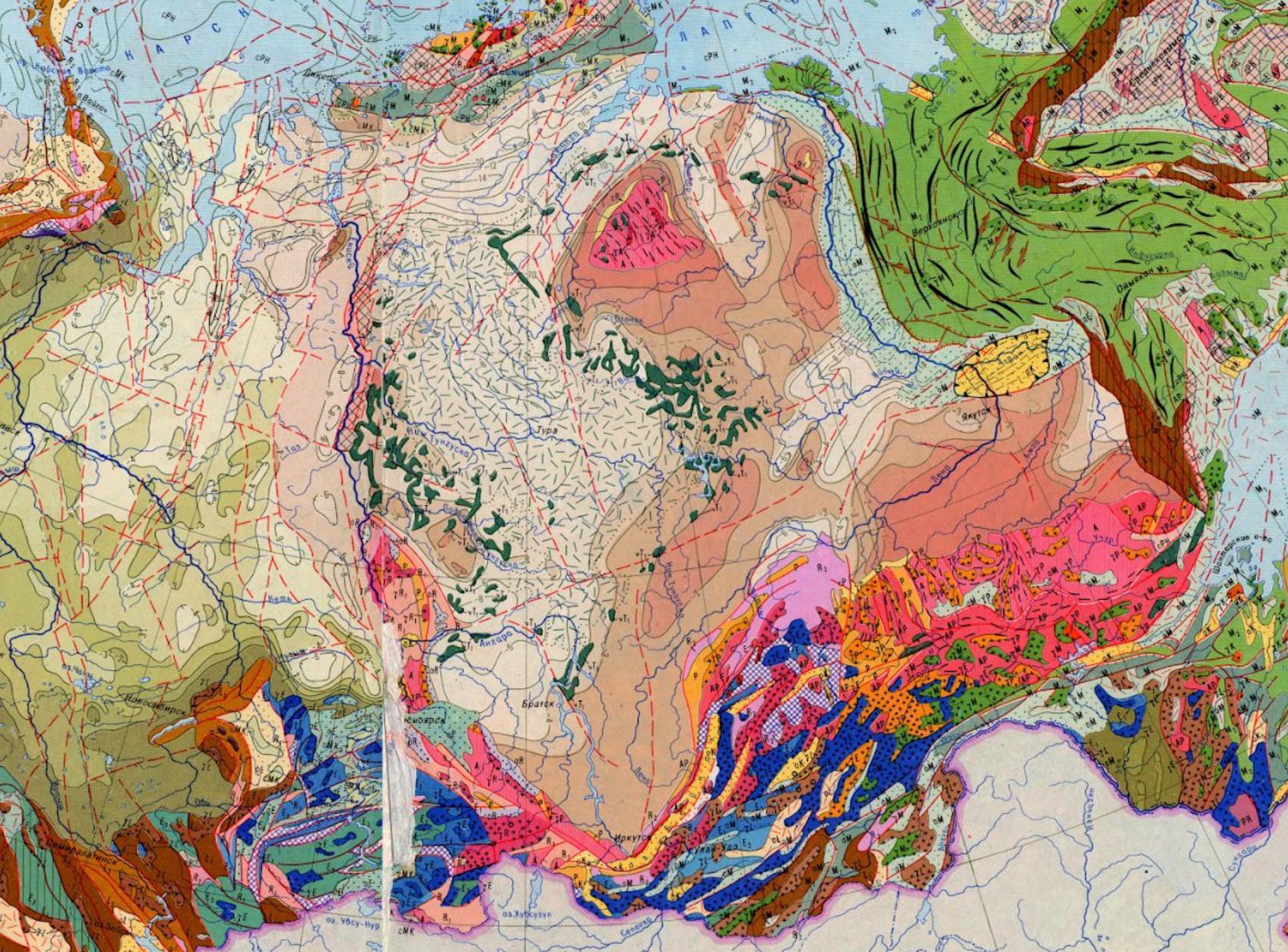
# Вертикальный разрез платформы

По А.К.Корсакову, 2009



1 – складчато-метаморфический фундамент; 2 – осадочный чехол;  
3 – разрывные нарушения

- **Щиты** – участки платформ, на которых отсутствует осадочный чехол (Балтийский, Канадский, Алданский и др.).
- **Плиты** – участки платформ, в разрезе которых выделяется фундамент и осадочный чехол (Русская, Западно-Сибирская плиты).



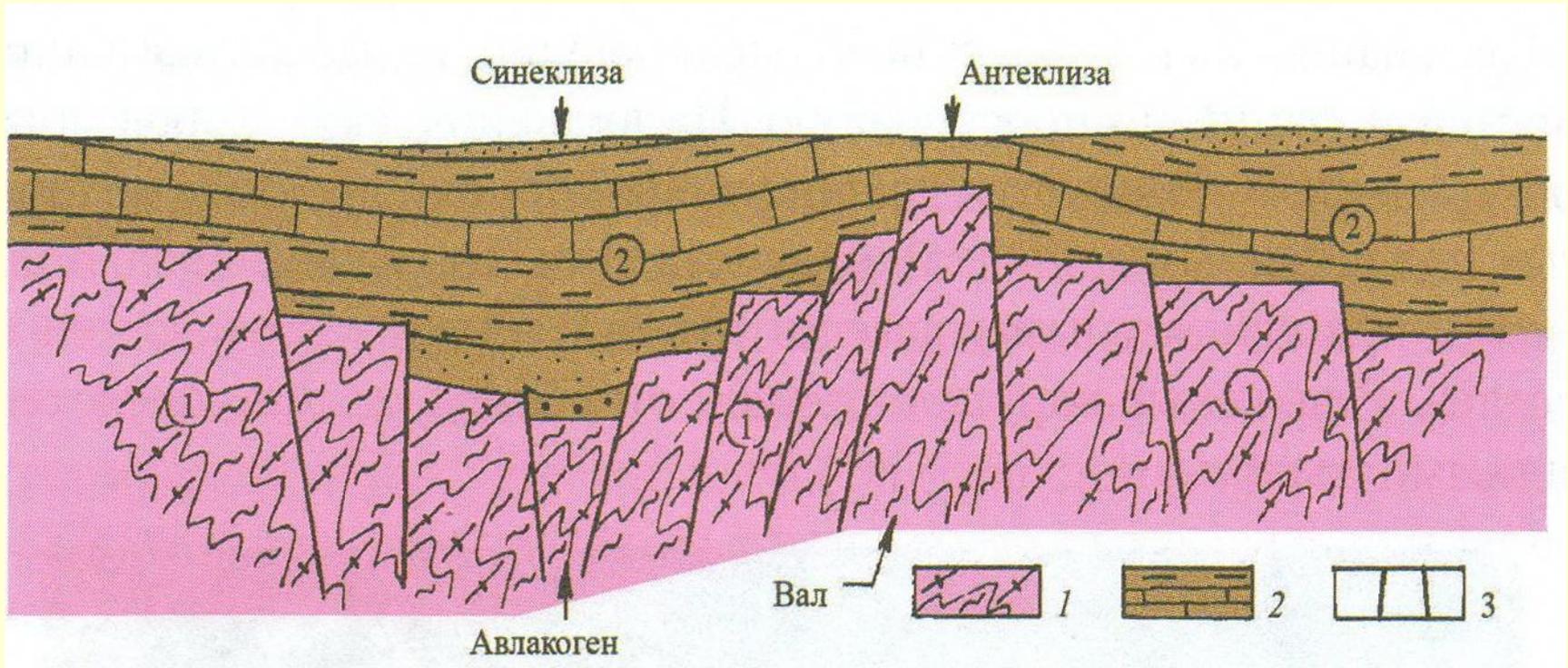
# Строение платформенных плит

- В составе плит наиболее крупными тектоническими структурами являются:

- 1. Синеклизы** – крупные отрицательные структуры платформенного чехла (Московская, Вилюйская и др.).
- 2. Антеклизы** – крупные положительные структуры платформенного чехла (Воронежская, Белорусская и др.).
- 3. Авлакогены** [гр. *aulax* – борозда] – линейно вытянутые впадины, ограниченные крупными разломами, пересекающими фундамент (Днепровско-Донецкий, Тиманский и др.). Популярно: недоразвитые внутриплатформенные рифты.
- 4. Предгорные краевые (перикратонные) прогибы** – зоны пологого погружения фундамента в сторону смежных складчатых поясов (Предуральский, Предкарпатский и др.).

# Синеклизы, антеклизы, авлакогены

А.К. Корсакову, 2009



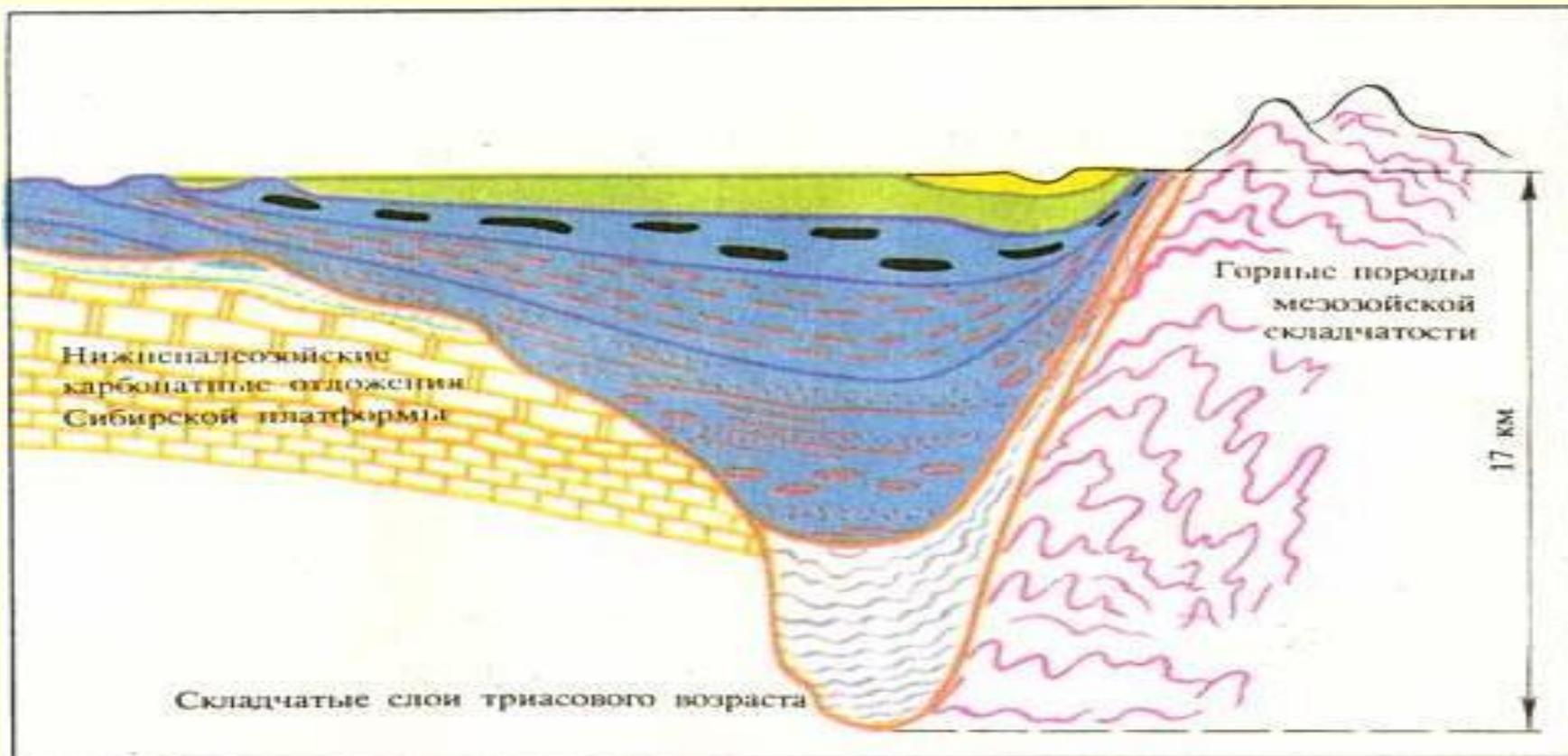
- 1 – складчато-метаморфический фундамент;  
2 – осадочные породы чехла; 3 – разрывные нарушения

# Геологический разрез Восточно-Европейской платформы



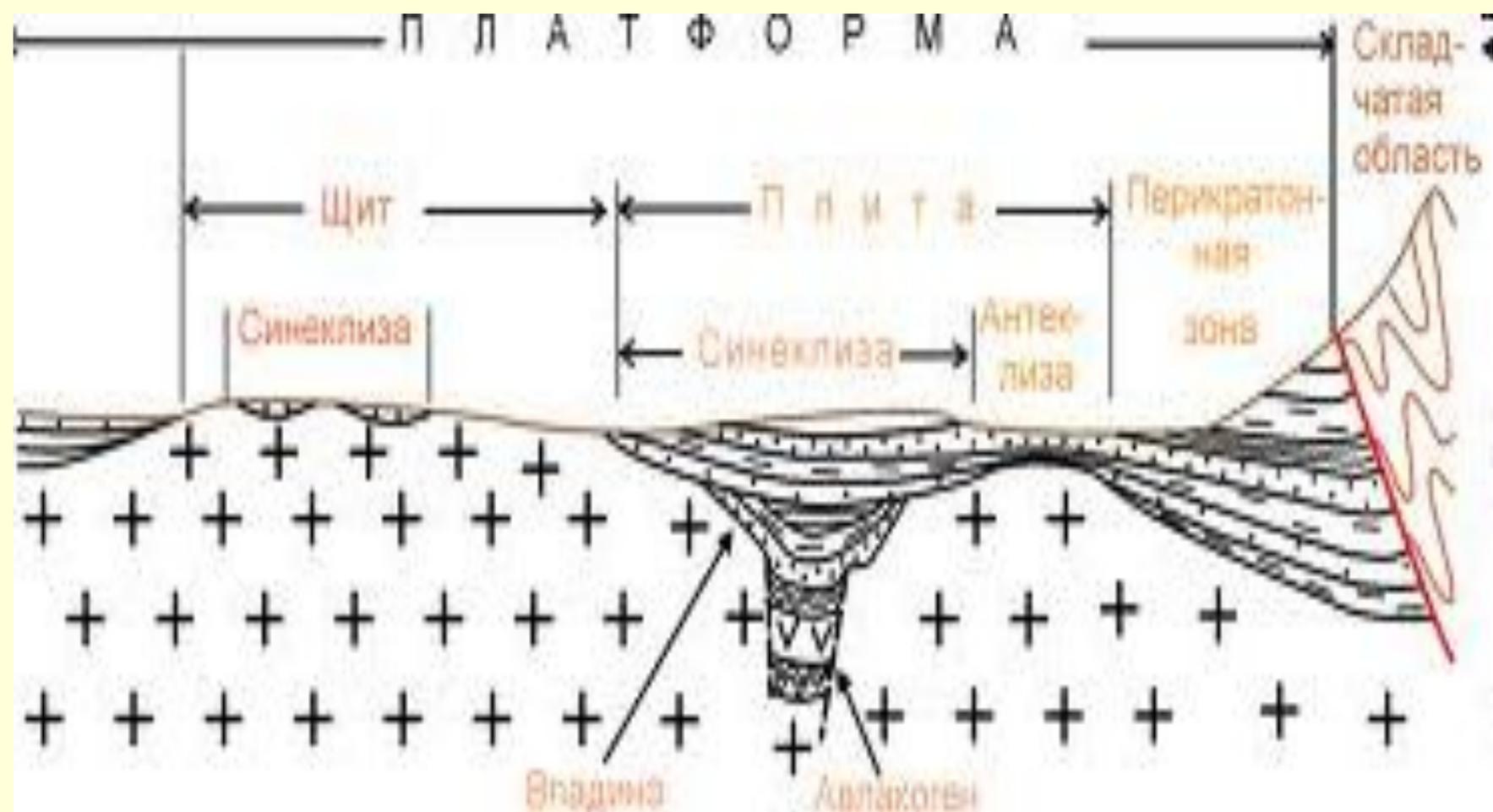
# Предверхожанский краевой прогиб

по материалам [www.ecosystema.ru](http://www.ecosystema.ru)

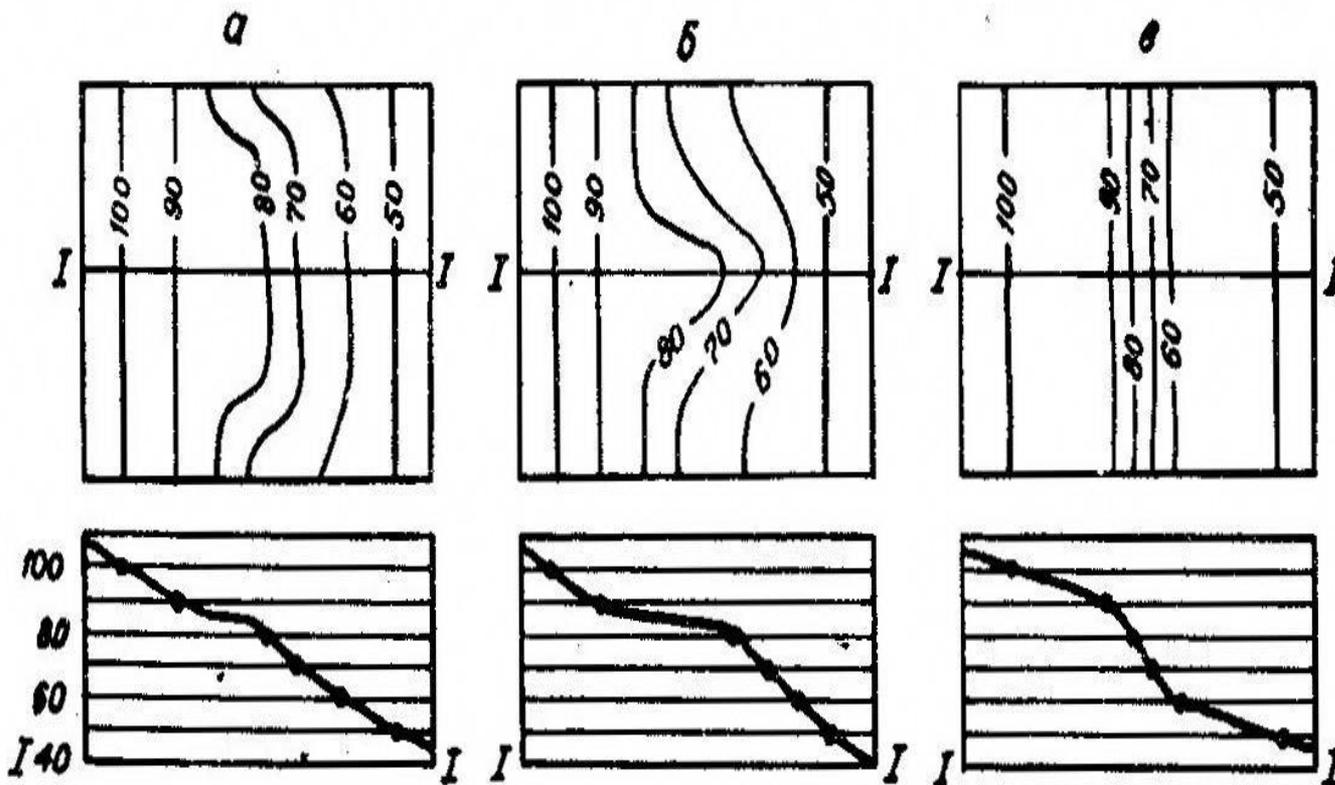


# Мелкие тектонические структуры осадочного чехла платформ

- **Прогибы** (линейные), **впадины** и **мульды** (изометричные или брахиформные) – пологие (обычно не более  $1-2^0$ ) синклинальные структуры чехла. **Термины свободного пользования**, относящиеся к разномасштабным образованиям.
- **Валы** (линейные), **своды и купола** (изометричные или брахиформные) – пологие (обычно не более  $1-2^0$ ) антиклинальные структуры чехла. **Термины свободного пользования**, относящиеся к разномасштабным образованиям.
- Тектонические структуры **моноклиналиного типа**:
  - 1) **структурные террасы**,
  - 2) **структурные выступы («носы»)**,
  - 3) **флексуры**



# Сложные моноклиналильные структуры

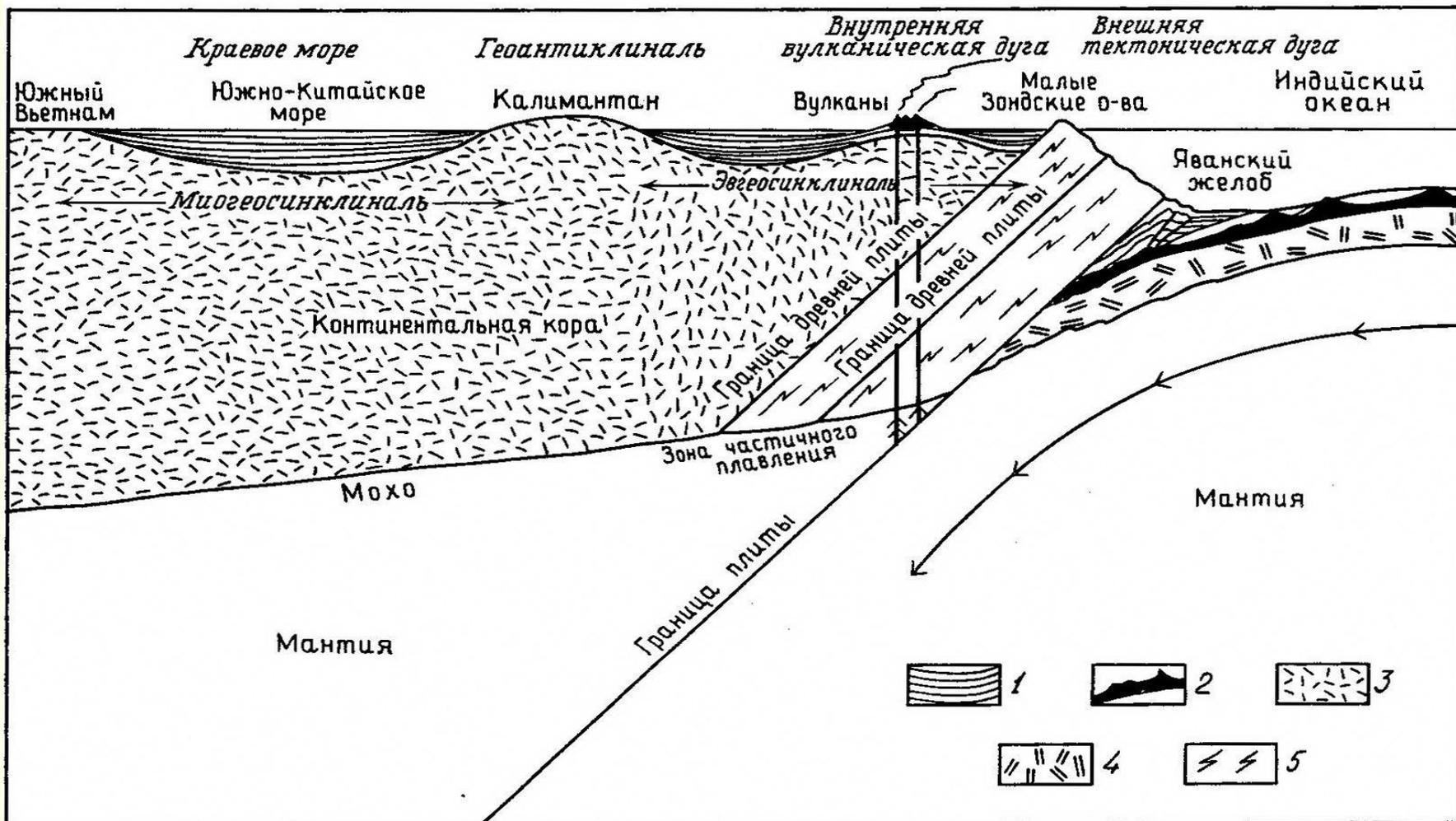


а – структурная  
терраса;  
б – структурный  
выступ;  
в - флексура

# **Строение складчатых (аккреционно-складчатых) поясов**

- **Складчатые пояса располагаются между древними платформами (кратонами) и территориями развития океанической земной коры. Представляют собой разновозрастные позднепротерозойско-кайнозойские складчатые области, включая современные подвижные (геосинклинальные) пояса. Крупнейшими поясами являются каледонский Северо-Атлантический, герцинский Урало-Монгольский, киммерийский Тихоокеанский, альпийский Средиземноморский.**
- **В процессе их развития происходит преобразование (причленение – аккреция) маломощной океанической коры в мощную континентальную. После завершения развития теряют свою подвижность и превращаются в молодую платформу.**
- **В составе складчатых поясов выделяют складчатые области, отличающиеся по времени проявления орогенических движений.**
- **Складчатые области делятся на складчатые системы: внутренние (эвгеосинклинальные), характеризующиеся широким проявлением магматизма и большой мощностью толщ, и внешние (миогеосинклинальные), в которых магматизм проявился слабо и горные породы имеют преимущественно осадочное происхождение.**

# Разрез через Зондскую дугу, показывающий миогeosинклираль, эвгеосинклираль и глубоководный желоб



1 – осадки и осадочные породы; 2 – вулканические породы; 3 – фундамент континента;  
4 – слой океанической коры; 5 – молодые метаморфические породы

# Характерные особенности складчатых поясов

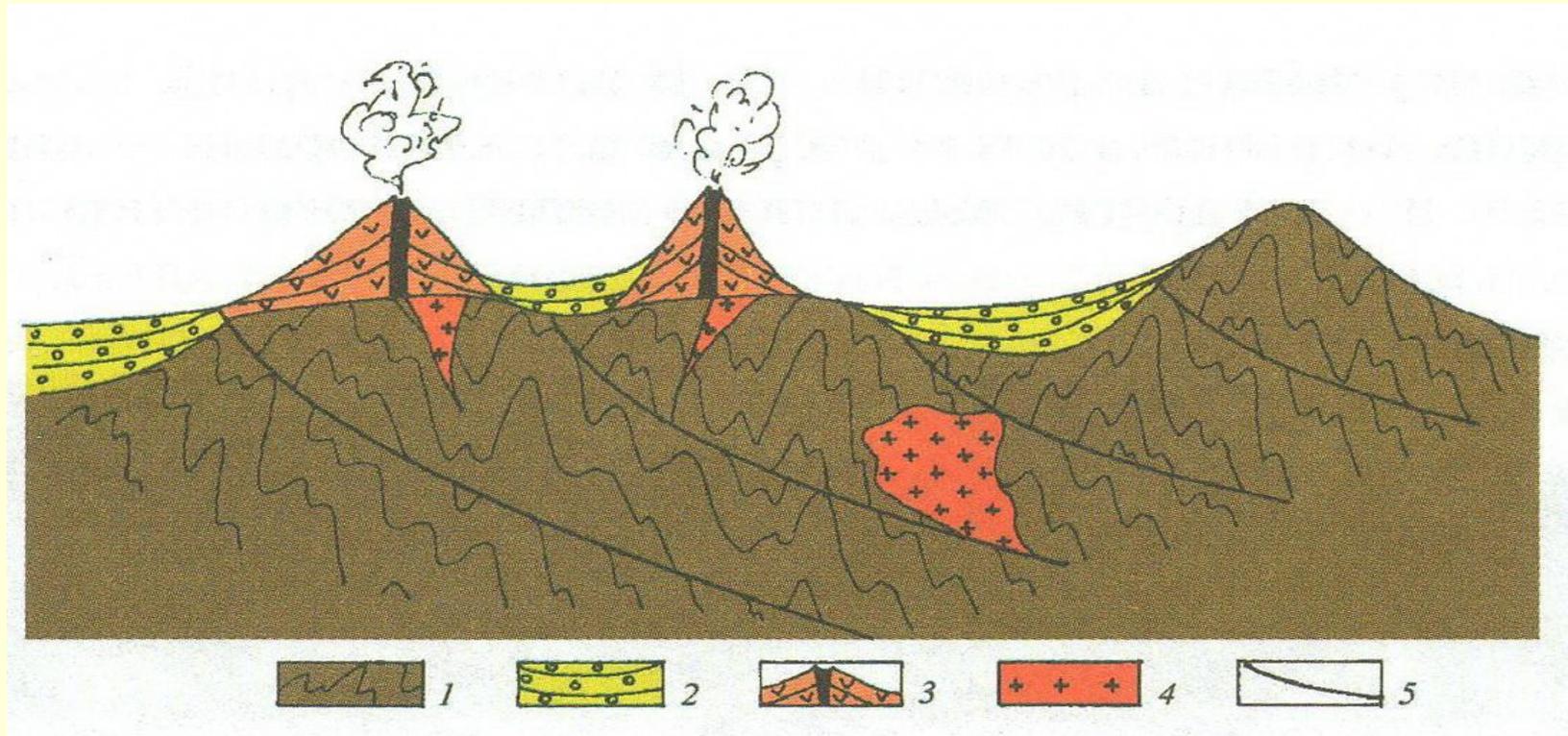
1. Горный рельеф.
2. Большие мощности осадочных пород (сотни и первые тысячи метров для ярусов и отделов).
3. Полная складчатость, преобладание линейных и брахиформных складок.
4. Широкое развитие дизъюнктивных нарушений.
5. Типичные осадочные формации: яшмово-кремнистая, аспидная, граувакковая, морская карбонатная, флишевая , молассовая.
6. Широкое развитие эффузивных и интрузивных процессов.
7. Широкое развитие метаморфических пород.

# Структурно-тектонические комплексы складчатых поясов

- В строении складчатых поясов снизу вверх выделяют **2 структурно-тектонических яруса:**
  - 1) **ортогеосинклинальный,**
  - 2) **эпигеосинклинальный орогенный.**
- Ортогеосинклинальный структурно-тектонический ярус характеризуется широким развитием **мощных толщ** осадочных, вулканогенно-осадочных горных пород, интенсивно смятых в сложные линейные складки, разорванные большим количеством разрывных нарушений и прорванных интрузивами разнообразного состава.
- Эпигеосинклинальный орогенный структурно-тектонический ярус характеризуется меньшей мощностью стратифицированных толщ, сформировавшихся в неглубоких бассейнах предгорных и межгорных впадин; складчатость в основном брахиформная или изометричная; меньшим развитием пользуются магматические образования

# Основные элементы складчатых поясов

А.К. Корсаков, 2009



- 1 – ортогеосинклинальный структурно-тектонический ярус;  
2 – эпигеосинклинальный орогенный структурно-тектонический ярус; 3 – вулканы; 4 – гранитные интрузивы; 5 - надвиги

# Структурное расчленение складчатых поясов

- В иерархической последовательности:

**I. Эвгеосинклинальные и миогеосинклинальные системы, срединные массивы.**

**II. Мегантиклинории, мегасинклинории.**

**III. Антиклинории, синклинории**

**IV. Мегантиклинали, мегасинклинали**

**V. Антиклинали, синклинали пятого порядка**

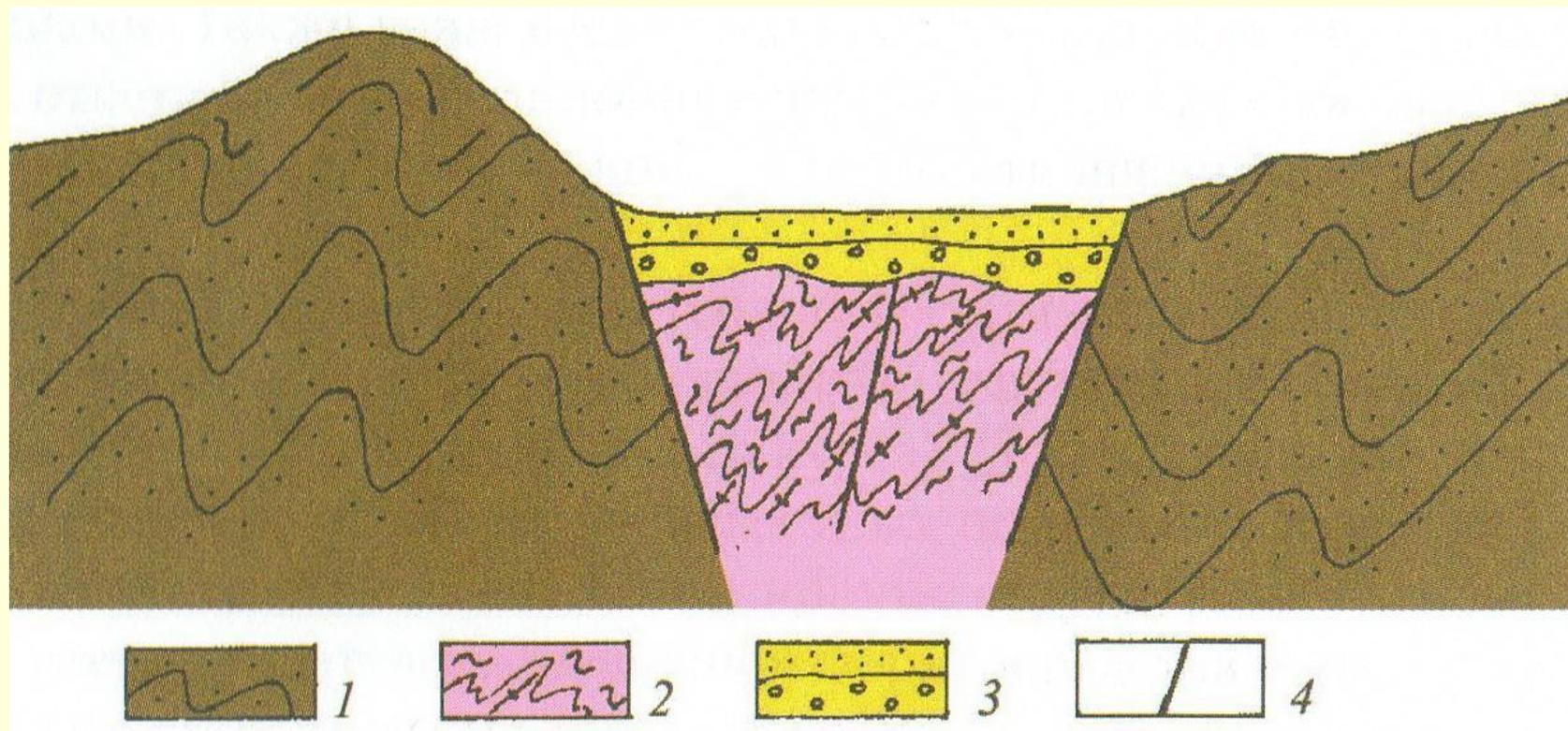
**VI. Антиклинали, синклинали шестого порядка**

**VII. Антиклинали, синклинали седьмого порядка**

- Разнопорядковые глубинные разломы, начиная с наиболее крупных: бывших зон Бенъофа и раздвигов - СОХов

# Срединный массив (в центре) в структуре складчатого пояса

А.К. Корсаков, 2009



1 – складчатый пояс; 2 - фундамент срединного массива;  
3 - чехол срединного массива; 4 - разрывные нарушения

# Формационные ряды геосинклинального и платформенного геотектонических режимов

В.Е. Хаин, А.Е. Михайлов, 1985

Геохронологический этап	Геотектоническое под-разделение		Формации		
	Этап	Стадия	осадочные	вулканогенные	интрузивные
Нероноин	Платформенный	Эпиплатформенная (ортоплатформенная)	3. Озерно-аллювиальная 2. Соленосная, угленосная, каустоболитовая 1. Молассовая континентальная	Кислых и щелочных вулкани- Трахибазаль- Товая	Щелочных грани- тоидов и сиени- Тов Габбро-гранито- вая
		Плътная (ортоплатформенная)	Трапповая	Трахибазаль- Товая (редко) Кимберлитовая (редко)	Габбро-гранитовая Щелочно-основная Щелочно-ультра- основная
Долгитная	4. Красноцветная и пестроцветная обломочная кон- тинентальная 3. Эвапоритовая, угленосная 2. Терригенная морская 1. Вулканогенно- терригенная	Трапповая			

Геохронологический этап	Геотектоническое под-разделение		Формации		
	Этап	Стадия	осадочные	вулканогенные	интрузивные
Нероноин	Платформенный	Эпигеосинклинальная (орогенная)	5. Верхняя молас- совая (континен- тальная, грубая) 4. Угленосная 3. Эвапоритовая 2. Карбонатная морская 1. Нижняя молас- совая (морская, мелкообломочная)	Щелочных ба- зальтов Игниморитовая Кислых и ще- лочных лав	Граносиенитов и сиенитов (небольшие те- ла), кислых пород (лайки) Лейкократовых гранитов (ба- толиты)
		Ортогеосинклинальная	5. Флишевая 4. Карбонатная и карбонатно-тер- ригенная 3. Аспидная 2. Граувакковая 1. Яшмово-кремни- стая	Базальтовая или контраст- ная базальт- андезит-липа- ритовая	Нормальных гранитов (пост- складчатые не- большие интруз- зии) Гранодиоритов и плагиогран- ит-сиенитов (соскладчатые батолиты) Ультрабазитов и габбро (до- складчатые не- большие интруз- зии и протруз- зии)
Палеоэрон	Протогеосин- клинальный (форменный)	2. Пестроцветная обломочная кон- тинентальная 1. Вулканогенно- терригенная	Базальтоидная	Гранитоидная Габброидная (редко)	
	Протогеосин- клинальный	3. Карбонатно- терригенная 2. Граувакко- сланцевая 1. Обломочная эпи- континентальная	Липарит-базаль- товая (конт- растная) Базальтовая	Гранитоидная Основная и ультрасоснов- ная (редко)	

Литосфера (от греч. λίθος — камень и σφαίρα — шар, сфера) — твёрдая оболочка Земли, состоящая из земной коры и части верхней мантии. Нижняя граница литосферы Земли нечёткая и определяется резким уменьшением вязкости пород, понижением скорости распространения сейсмических волн и увеличением электропроводности пород. Эта область получила название астеносфера (от др.-греч. asthees — слабый и др.-греч. σφαίρα).

Астеносфера является верхним пластичным слоем верхней мантии Земли. Астеносфера - слой пониженной твердости, прочности и вязкости в мантии Земли. Астеносфера находится в верхней части мантии, но ее верхняя граница всюду глубже нижней границы земной коры: под океанами на глубине около 50 км, под материками - около 100 км. Нижняя граница астеносфера находится на глубине 250-300 км. Астеносфера - основной источник магмы.

Считается, что физические свойства вещества астеносферы, связаны с его аморфным, пластичным состоянием. Движение вещества в астеносфере - одна из важнейших причин горизонтальных и вертикальных тектонических движений, магматизма и метаморфизма в земной коре. греч. Asthenes - слабый + Sphaira – шар

Граница между литосферой и астеносферой может лежать на глубине от 4 (под рифтами) до 200 (под кратонами) км.

В составе литосферы Земли выделяют подвижные области — складчатые пояса и относительно стабильные платформы, которые перемещаются по астеносфере.