

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ

1 курс, осенний семестр 2014/2015

Преподаватель:

- Даниил Николаевич Козлов: daniilkozlov@landscape.edu.ru

Информационная поддержка:

- <http://landscape.edu.ru>
- лекционные и практические материалы, задания, статьи, ссылки на тематические сайты

Занятия:

- пятница 1 пара, 9:00-10:35, ауд. 2017
- практические задания (60-80% в аудитории, 20-40% дома)

Требования:

- вдумчиво
- своевременно
- полностью

Проверка знаний:

- практические задания
- тесты 10 мин
- допуск к зачету
- устный зачет





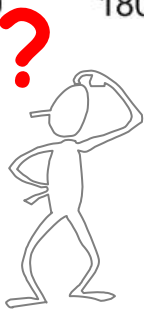
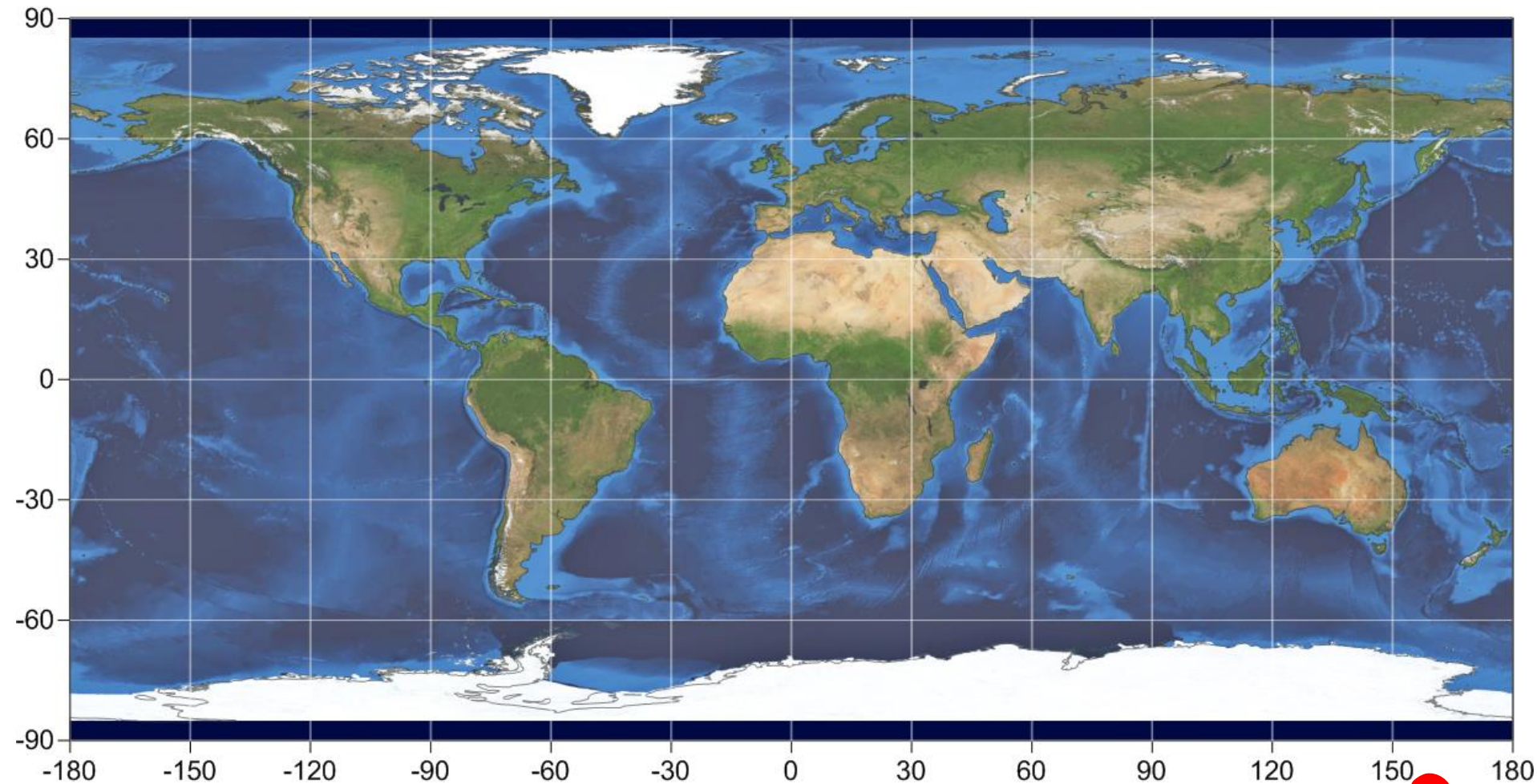
**НАУКА О НАИБОЛЕЕ ОБЩИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ
ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ** (особенностях её состава,
структуры и развития)

ОБУСЛОВЛЕННЫХ ОСОБЕННОСТЯМИ ЗЕМЛИ КАК ПЛАНЕТЫ

- **ФОРМА**
- **РАЗМЕР**
- **ПАРАМЕТРЫ ДВИЖЕНИЯ**
- **СОСТАВ и СТРОЕНИЕ**

Термин «землеведение» был введен заведующим кафедрой географии Берлинского университета **КАРЛОМ РИТТЕРОМ** в начале XIX века (много томный труд «Землеведение в отношении к природе и истории человечества»), на русском языке — **П. П. СЕМЁНОВЫМ-ТЯН-ШАНСКИМ**, который слушал лекции К. Риттера и перевёл его

НЕОДНОРОДНОСТЬ (МОЗАИЧНОСТЬ) ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕВЕДЕНИЕ: КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

05/09 ВВОДНАЯ ЛЕКЦИЯ

19/09 ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ. РАЗМЕРЫ, ФОРМА и ВРАЩЕНИЯ

03/10 ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ. ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ

17/10 ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ и ОЦА

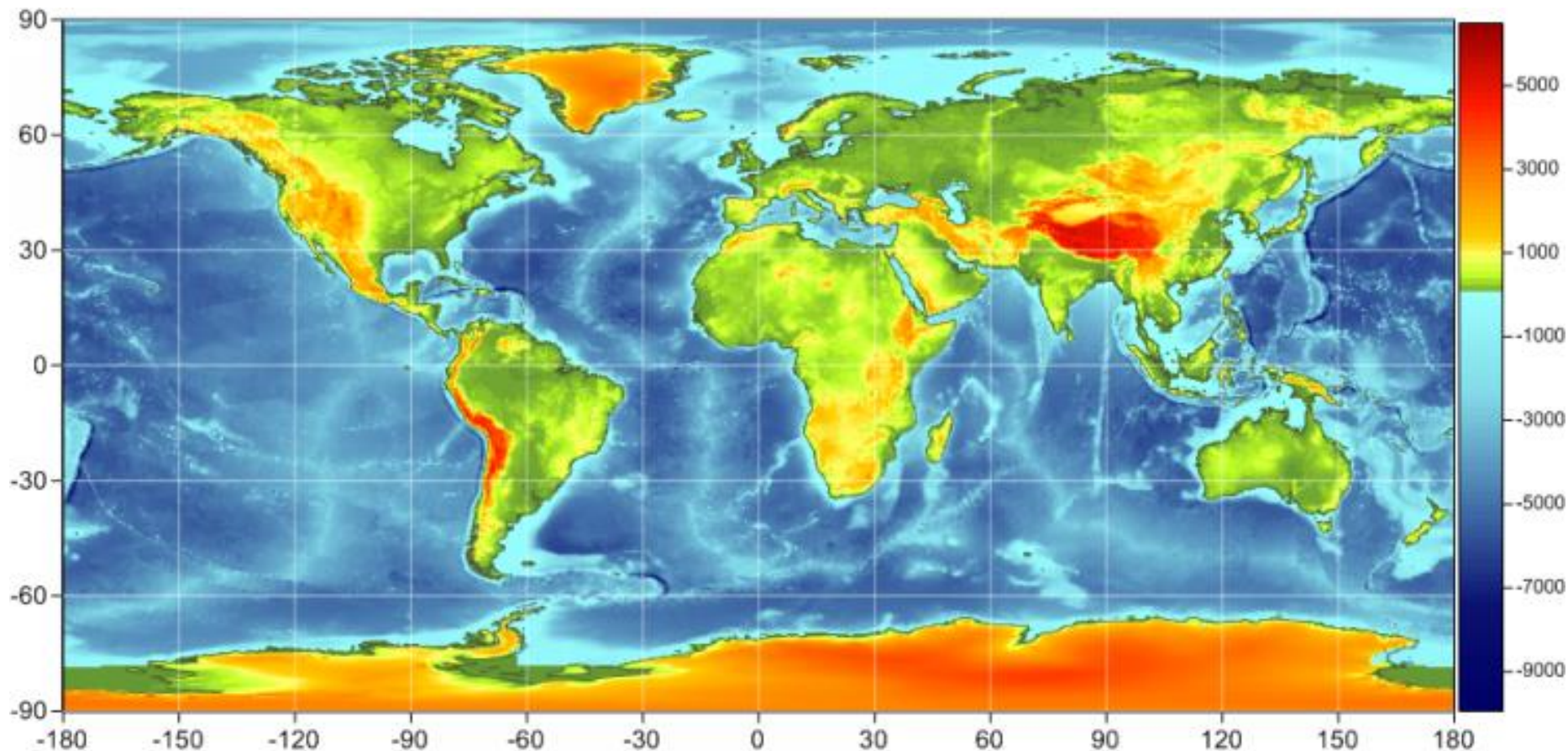
31/10

14/11 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР: БИОСФЕРА –ГИДРОСФЕРА –

28/11 АТМОСФЕРА – ЛИТОСФЕРА

12/12 ГЕОЭКОЛОГИЯ

РЕЛЬЕФ ПОВЕРХНОСТИ ЛИТОСФЕРЫ



ВПАДИНЫ – НИЗМЕННОСТИ – РАВНИНЫ – ВОЗВЫШЕННОСТИ – ГОРЫ

Максимум – 8 848 м – г. Эверест (Джомолунгма), 27°59'17" с. ш. 86°55'31" в. д.

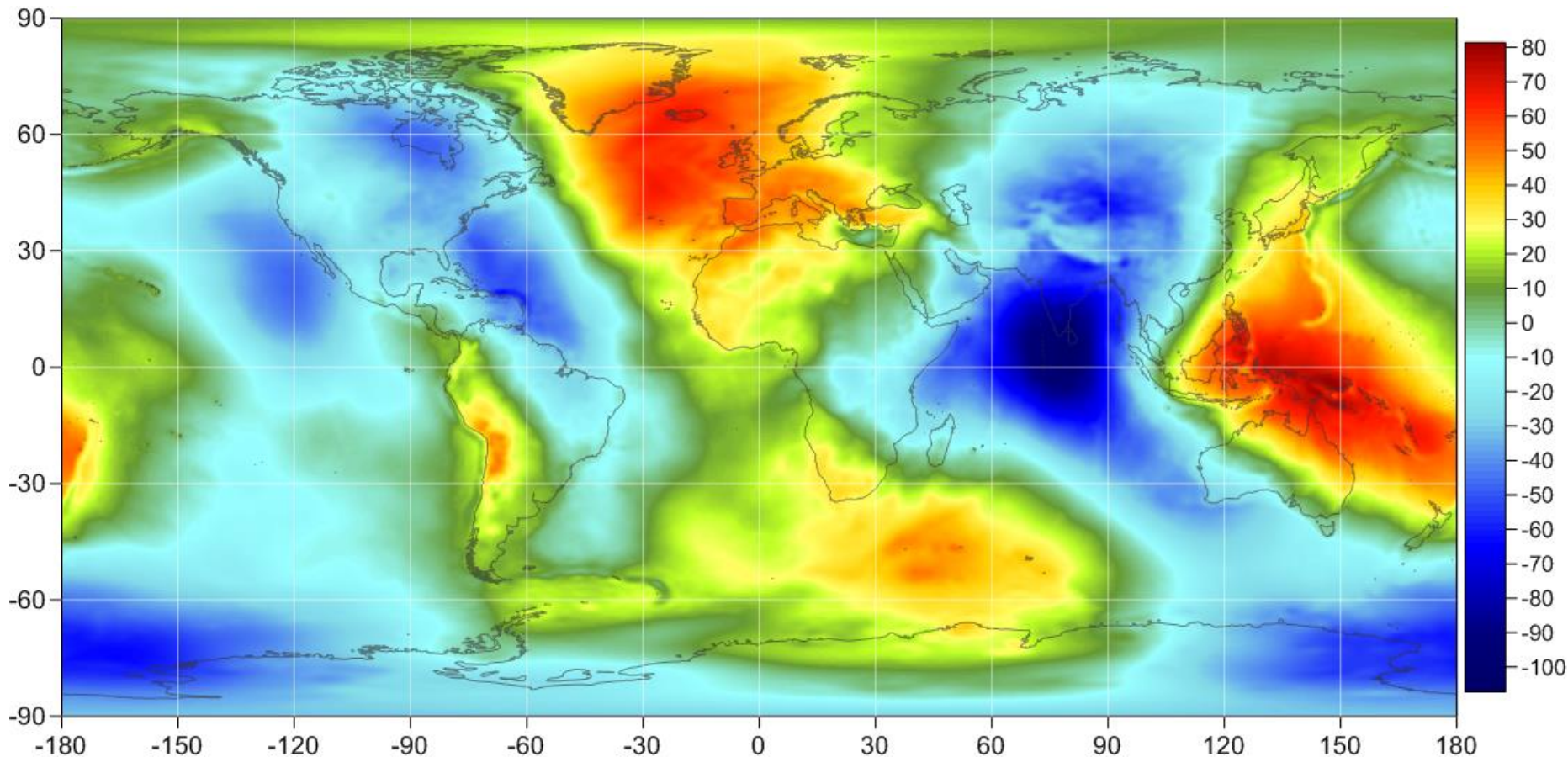
Минимум – 11 023 м (10 994 ± 40 м) – Марианская впадина, 11°21' с.ш., 142°12' в.д.

Перепад высот ~20 км (0,3% от 6371 км)

ПОЧЕМУ ?



ФОРМА ЗЕМЛИ: геоид



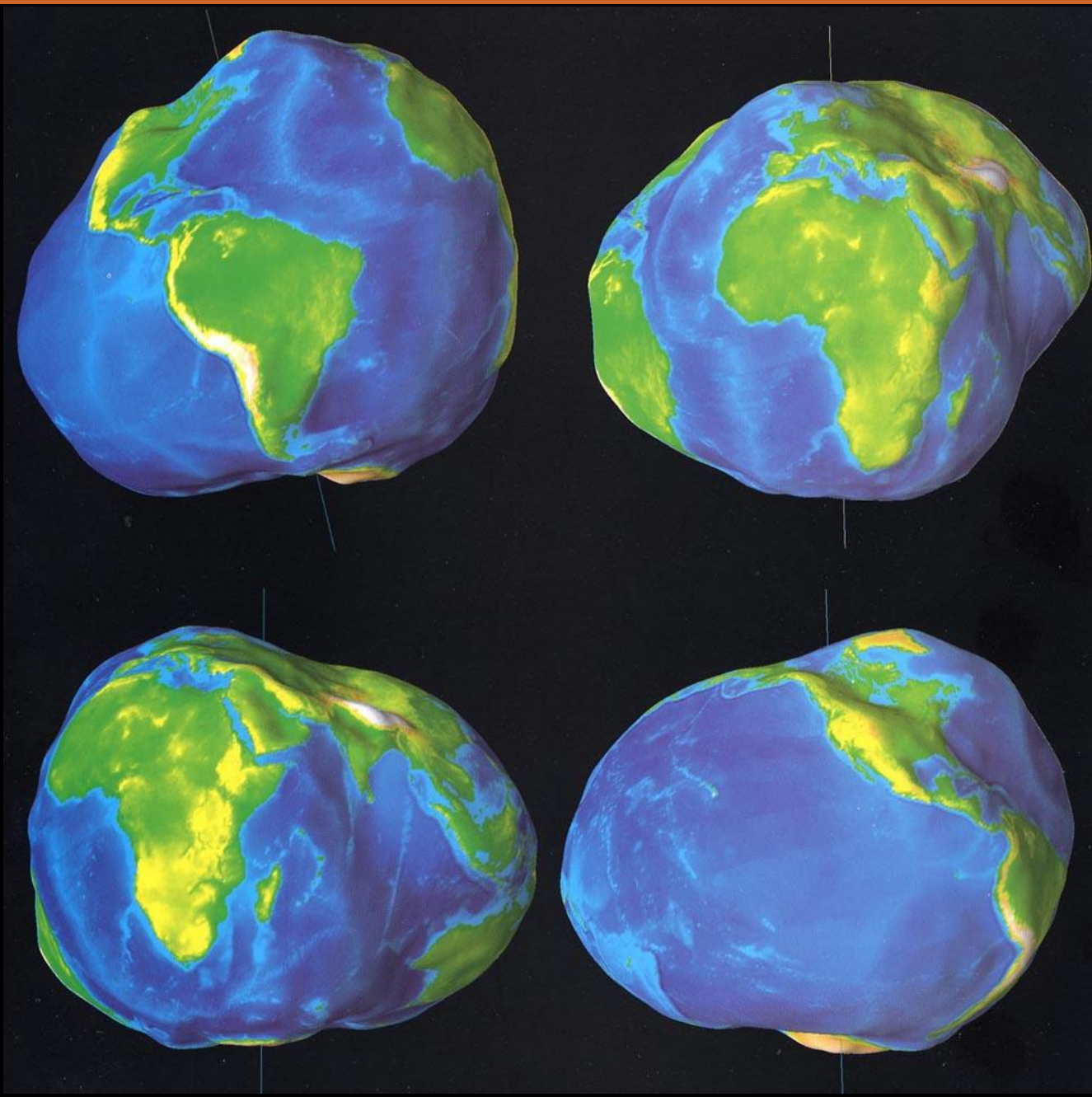
МАКСИМУМ (+78 м) о. Новая Гвинея, Тихий океан,

МИНИМУМ (-112 м) о. Шри-Ланка, Индийский океан,

http://landscape.edu.ru/edu_help1_intro_gridmaps.shtml#geoid

http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/wgs84_180/wgs84_180.html





1873 г. Иоган Листинг

ГЕОИД

«нечто подобное
Земле»

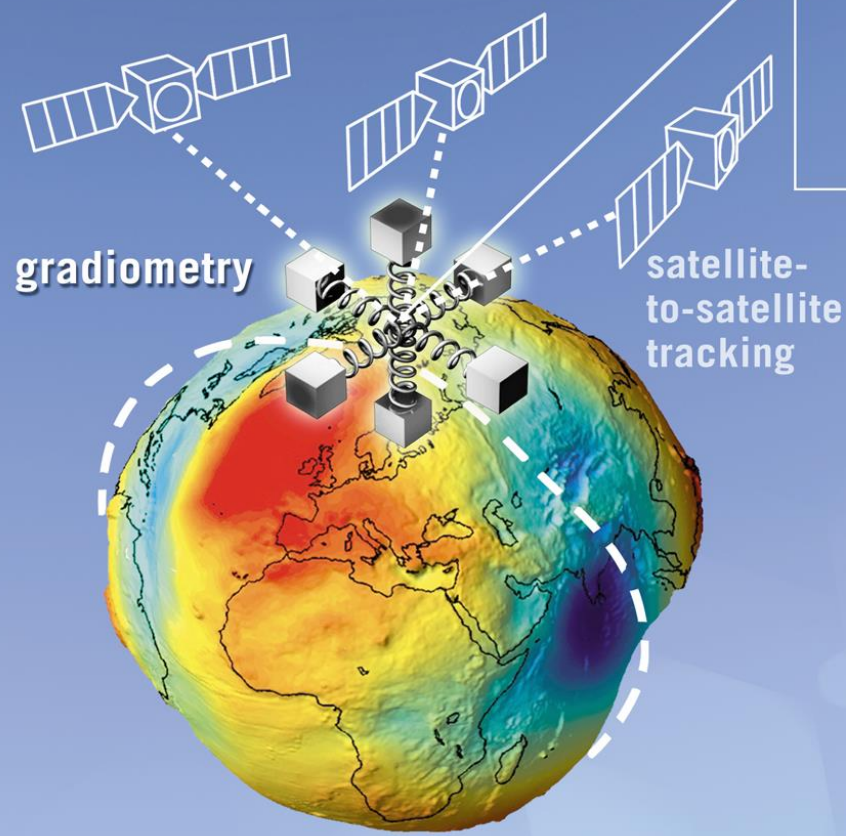
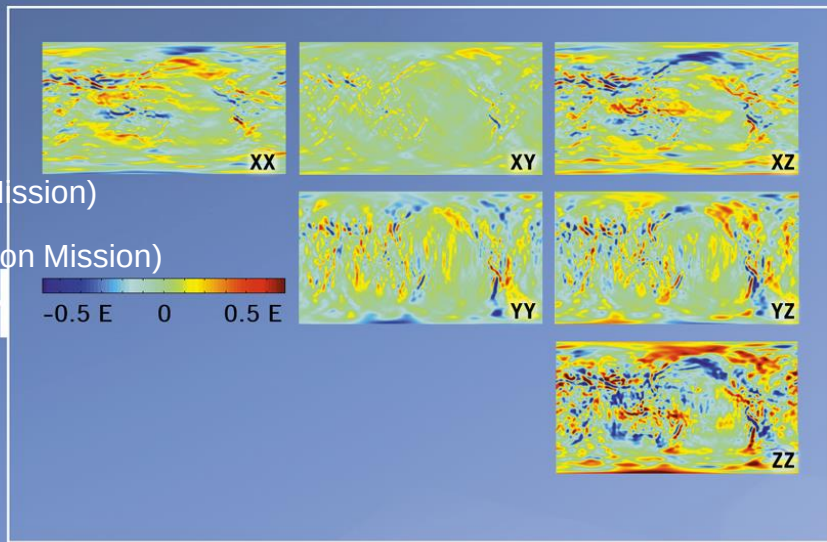
геометрическое
тело, ограниченное
поверхностью,
всюду
перпендикулярной
отвесной линии
гравитационного
притяжения

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ В ПРОСТРАНСТВЕ И ВО ВРЕМЕНИ
ГРАВИТАЦИОННЫХ АНОМАЛИЙ

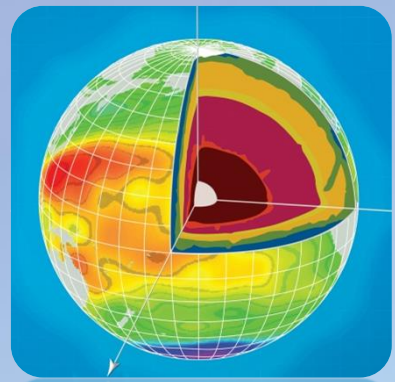
2001 CHAMP (Gravity And Magnetic Field Mission)

2002 GRACE (Gravity Recovery And Climate Experiment Mission)

2009 GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Circulation Mission)



ТОЧНОСТЬ
измерения высоты ГЕОИДА - **1 см**





Geometry:

Height: 4.0

Resolution: 0.5

60 FPS (1-81)

Light:

Position X: 1.0

Position Y: 0.0

Position Z: 2.0

Material:

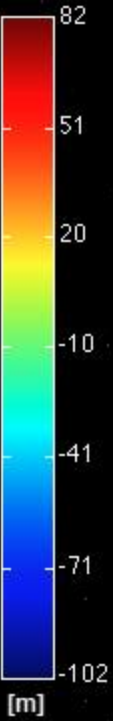
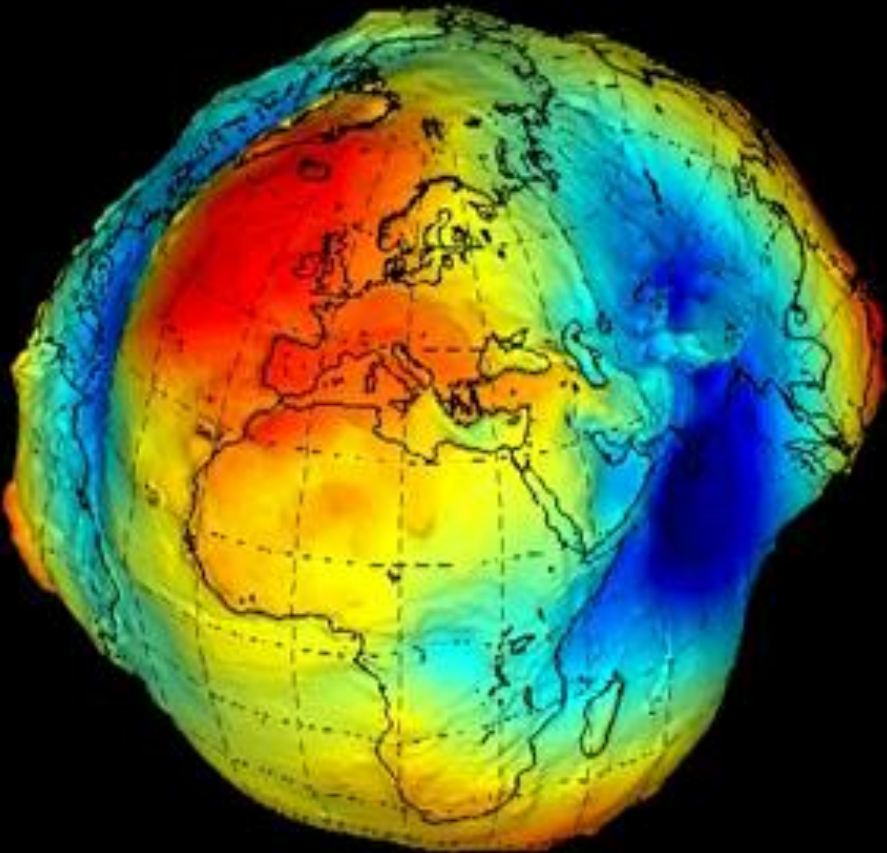
Diffuse: 170.0

Specular: 255.0

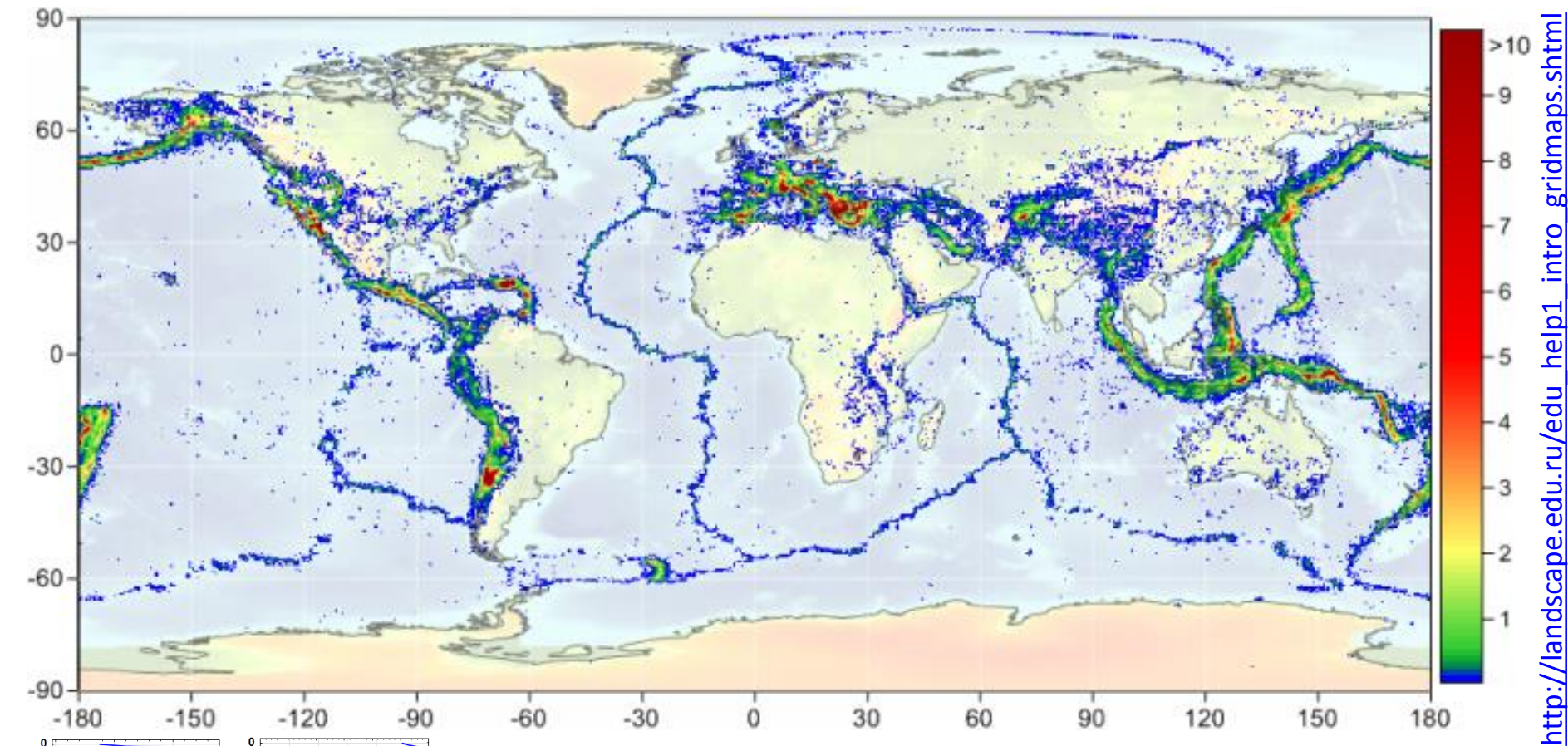
Ambient: 20.0

Shiness: 30.0

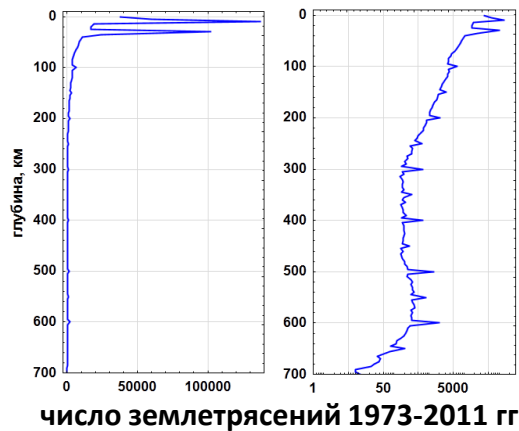
Normal Scale: 1.0



ДВИЖЕНИЯ ЛИТОСФЕРЫ – ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ



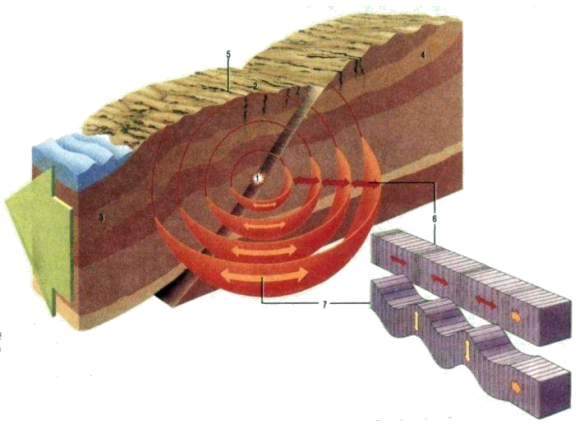
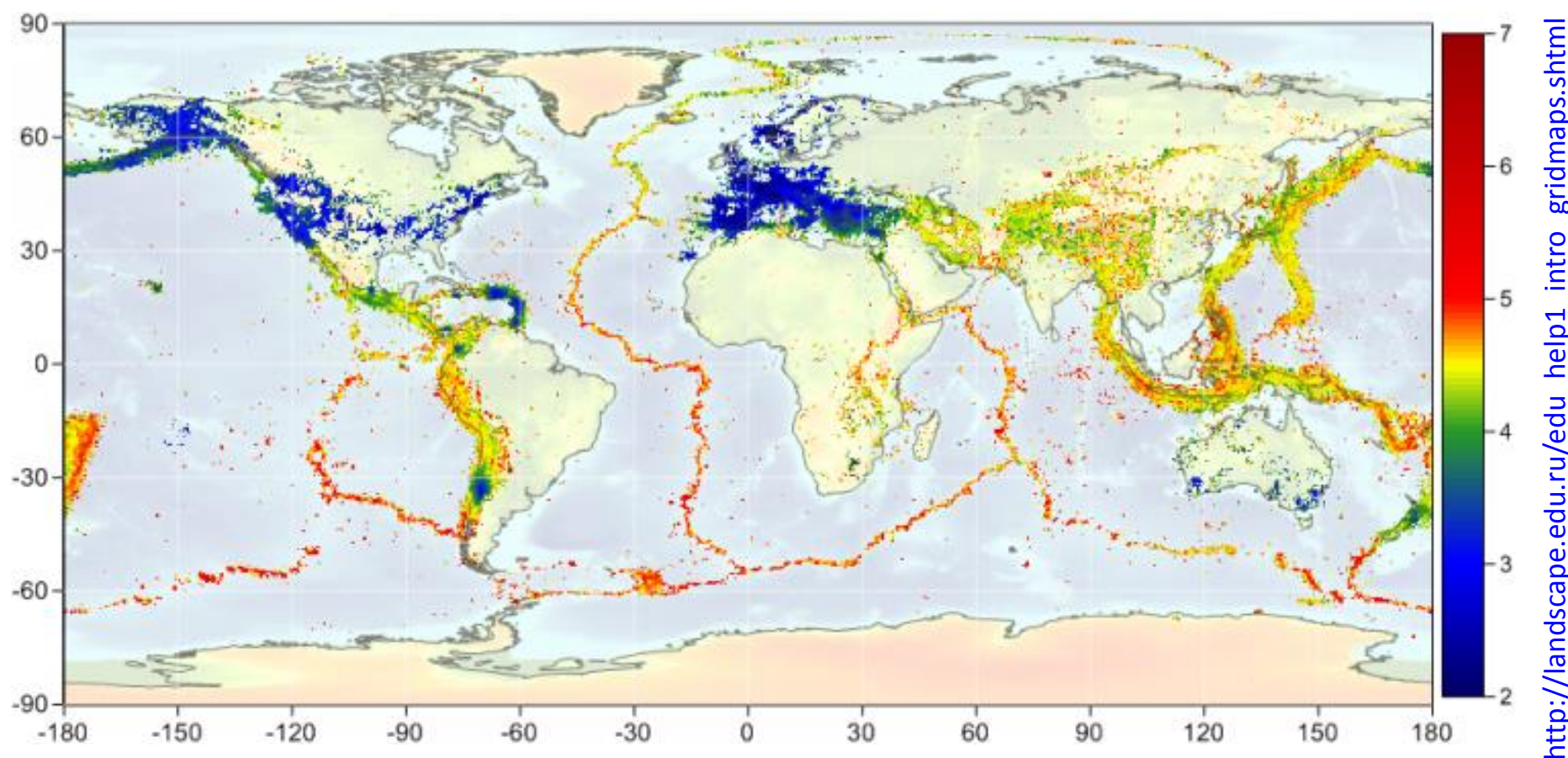
http://landscape.edu.ru/edu_help1_intro_gridmaps.shtml



- Землетрясений локализуются в сейсмические полосы
- Чаще всего трясет на глубине 10-15 и 30-35 км



Среднемноголетняя магнитуда землетрясений, 1973-2011



ШКАЛА МАГНИТУД

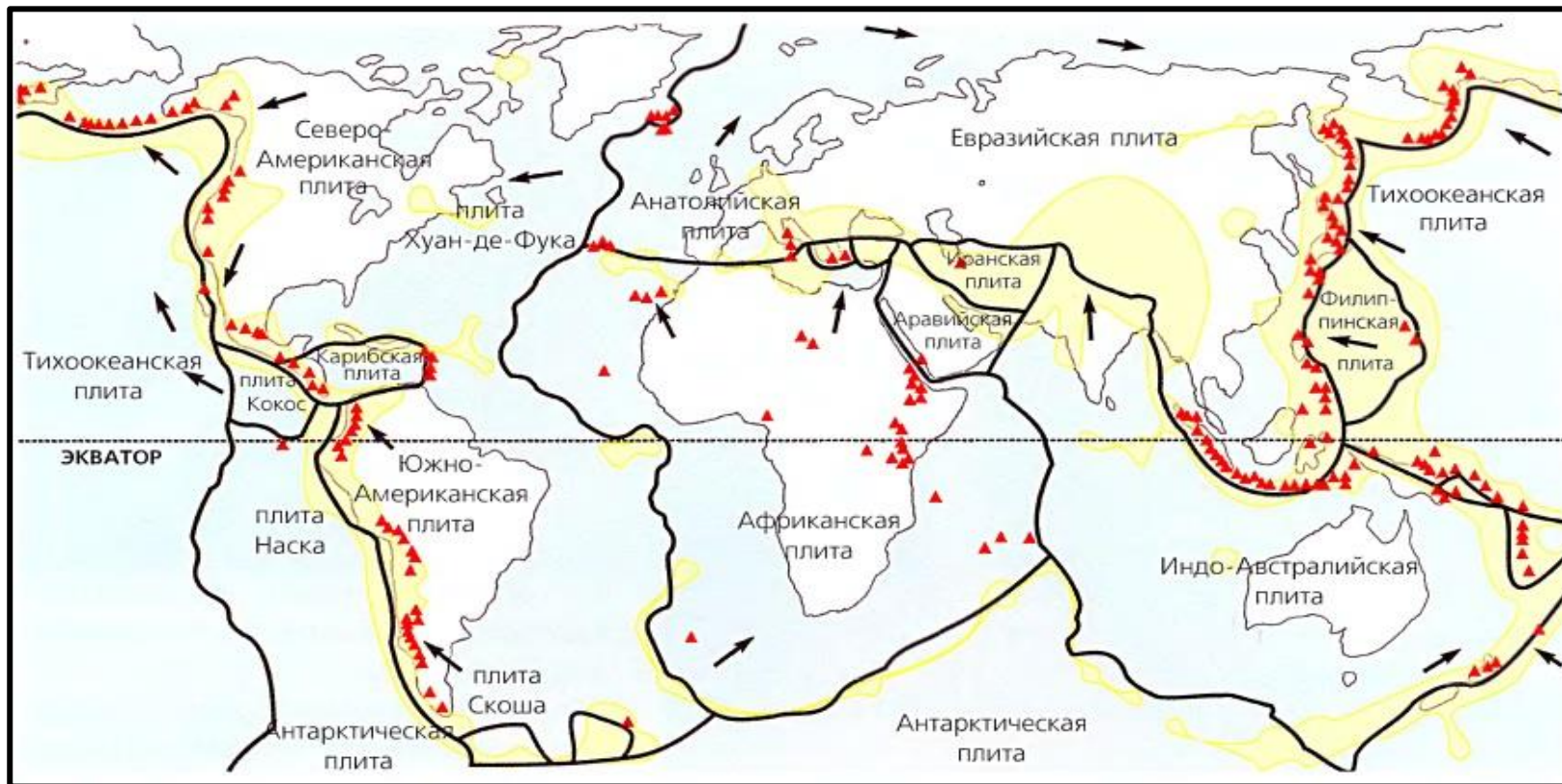
- Количественная мера высвободившейся энергии
- Определяется по сейсмограммам
- Безразмерная (1 ед = 32 кратное увеличение)

ШКАЛА ИНТЕНСИВНОСТИ

- Качественная мера разрушений на поверхности
- В баллах от 1 до 12



ЛИТОСФЕРНЫЕ ПЛИТЫ

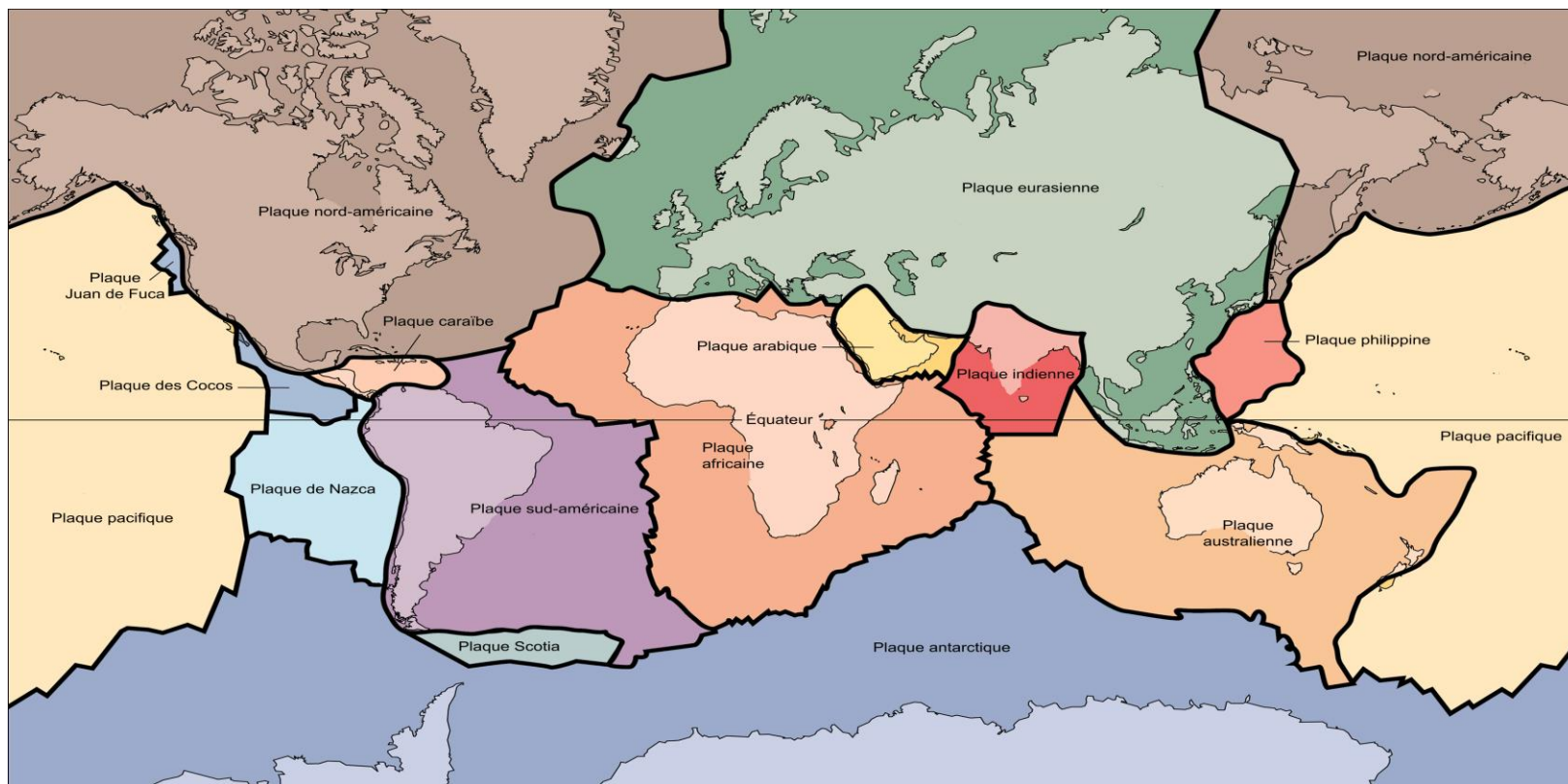


ЛИТОСФЕРНАЯ ПЛИТА (ПЛАТФОРМА) — крупный стабильный участок земной коры

Более **90%** поверхности Земли образованы **14-ю** крупнейшими литосферными плитами: Австралийская, Антарктическая, Аравийская, Африканская, Евразийская, Индостанская, Кокос, Наска, Тихоокеанская, Скотия, Северо-Американская, Сомалийская, Южно-Американская, Филиппинская



ЛИТОСФЕРНЫЕ ПЛИТЫ

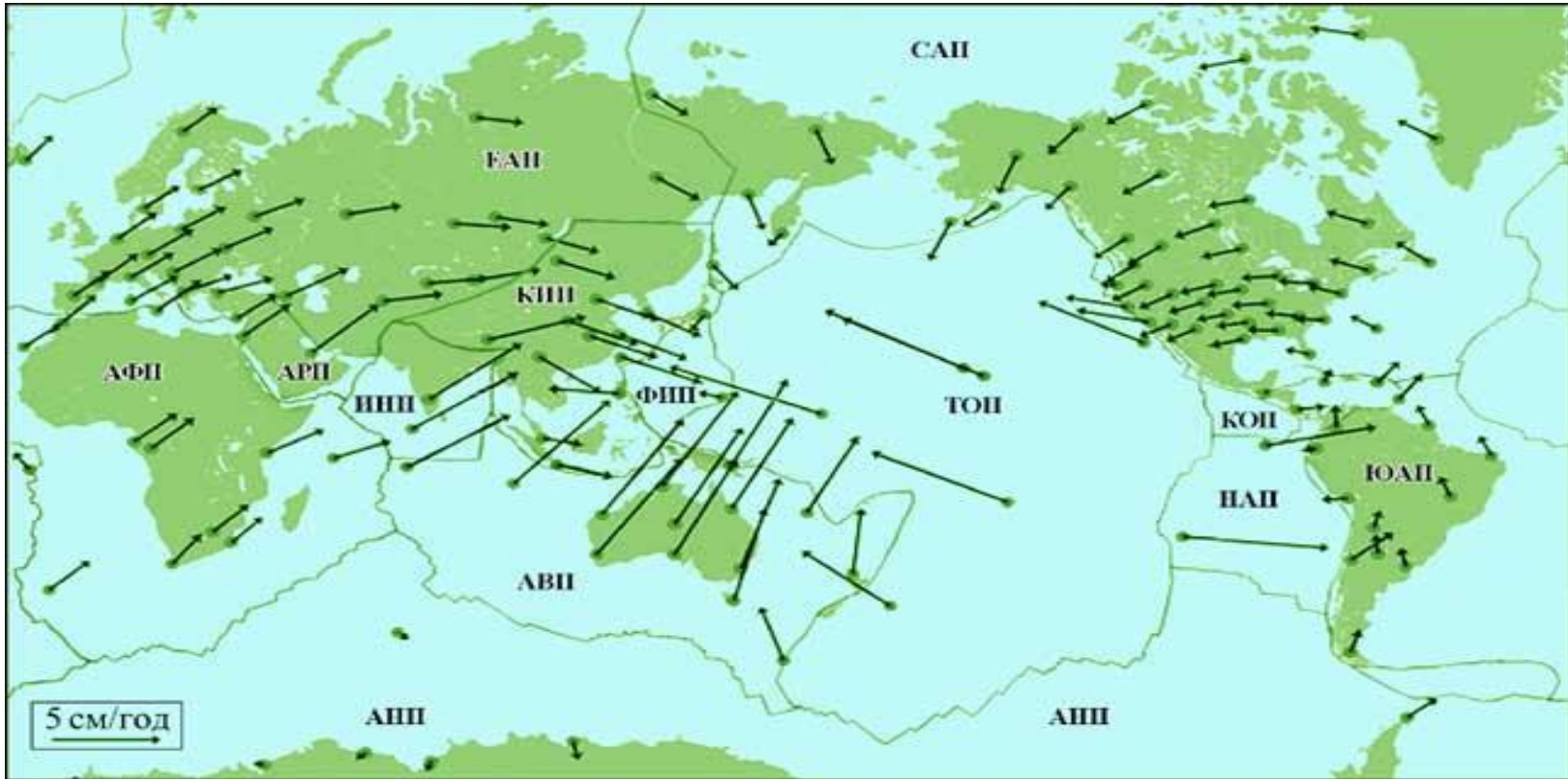


ЛИТОСФЕРНАЯ ПЛИТА (ПЛАТФОРМА) — крупный стабильный участок земной коры

Более **90%** поверхности Земли образованы **14-ю** крупнейшими литосферными плитами: Австралийская, Антарктическая, Аравийская, Африканская, Евразийская, Индостанская, Кокос, Наска, Тихоокеанская, Скотия, Северо-Американская, Сомалийская, Южно-Американская, Филиппинская



ДВИЖЕНИЯ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ



скорость **10 см/год (2-20 см/год)**

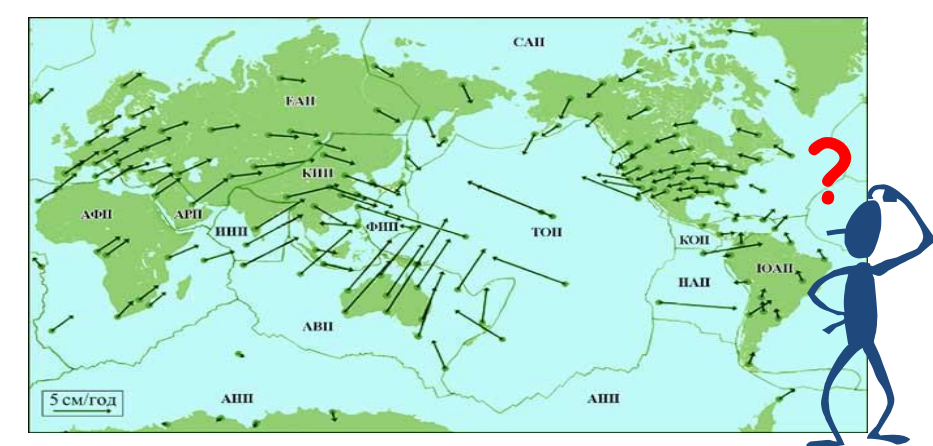
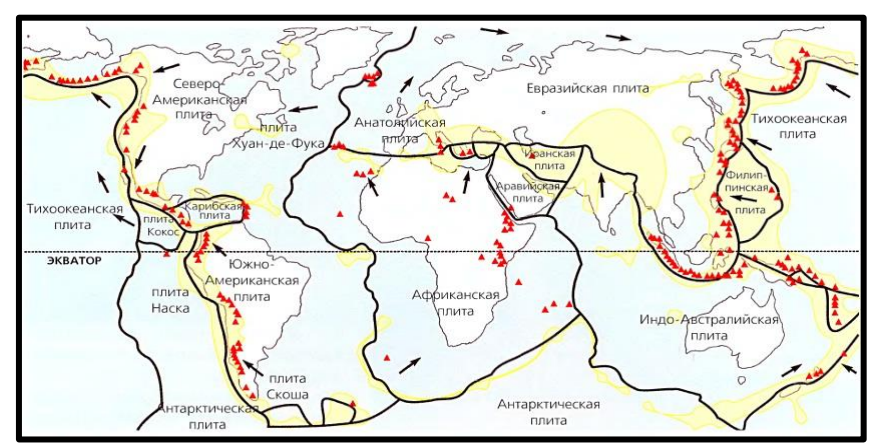
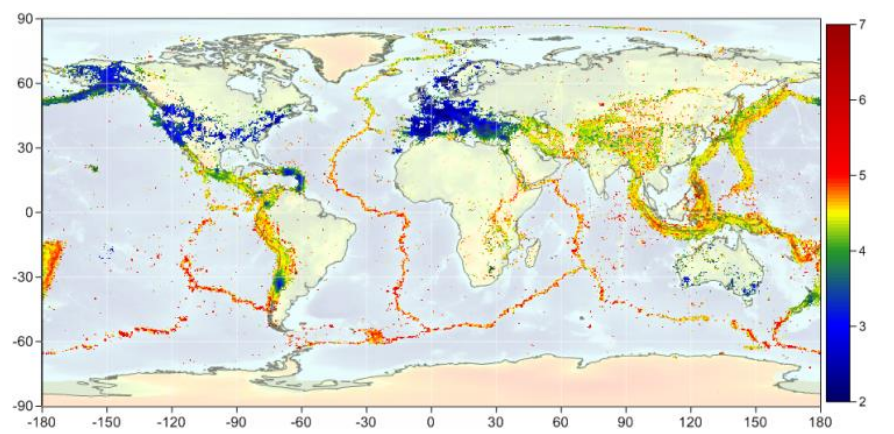
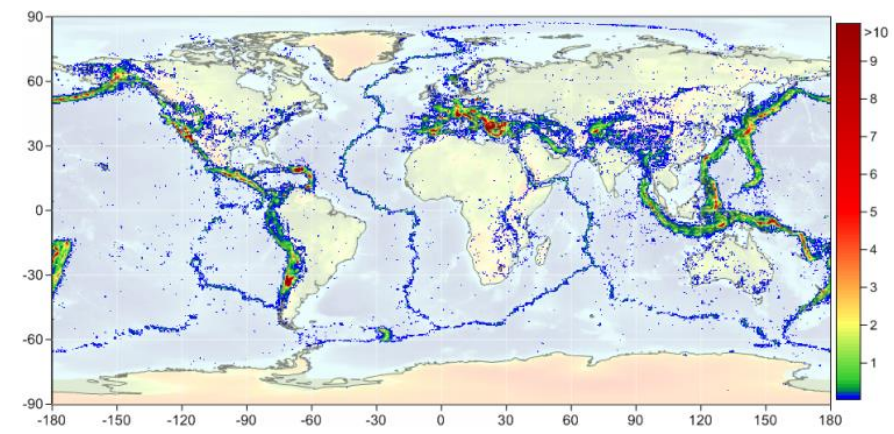
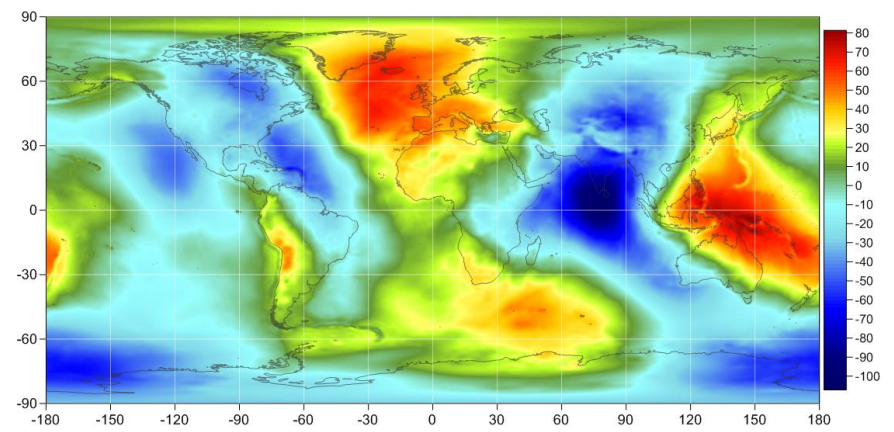
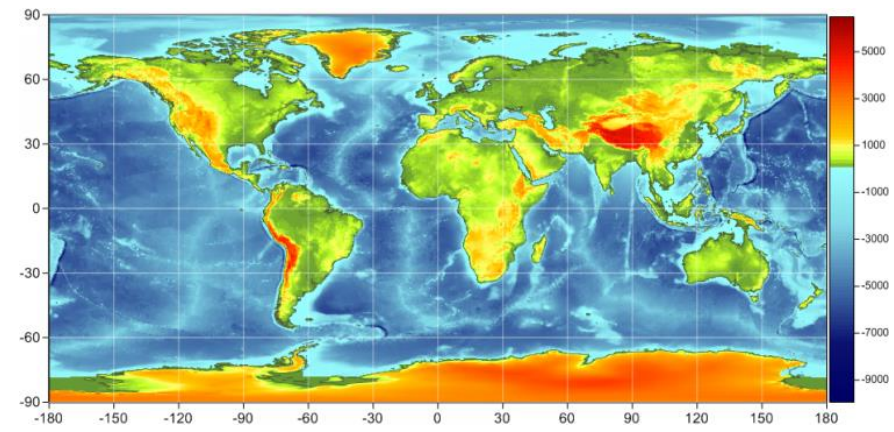
за 1 млн. лет — 100 км

за 10 млн. лет — 1 000 км

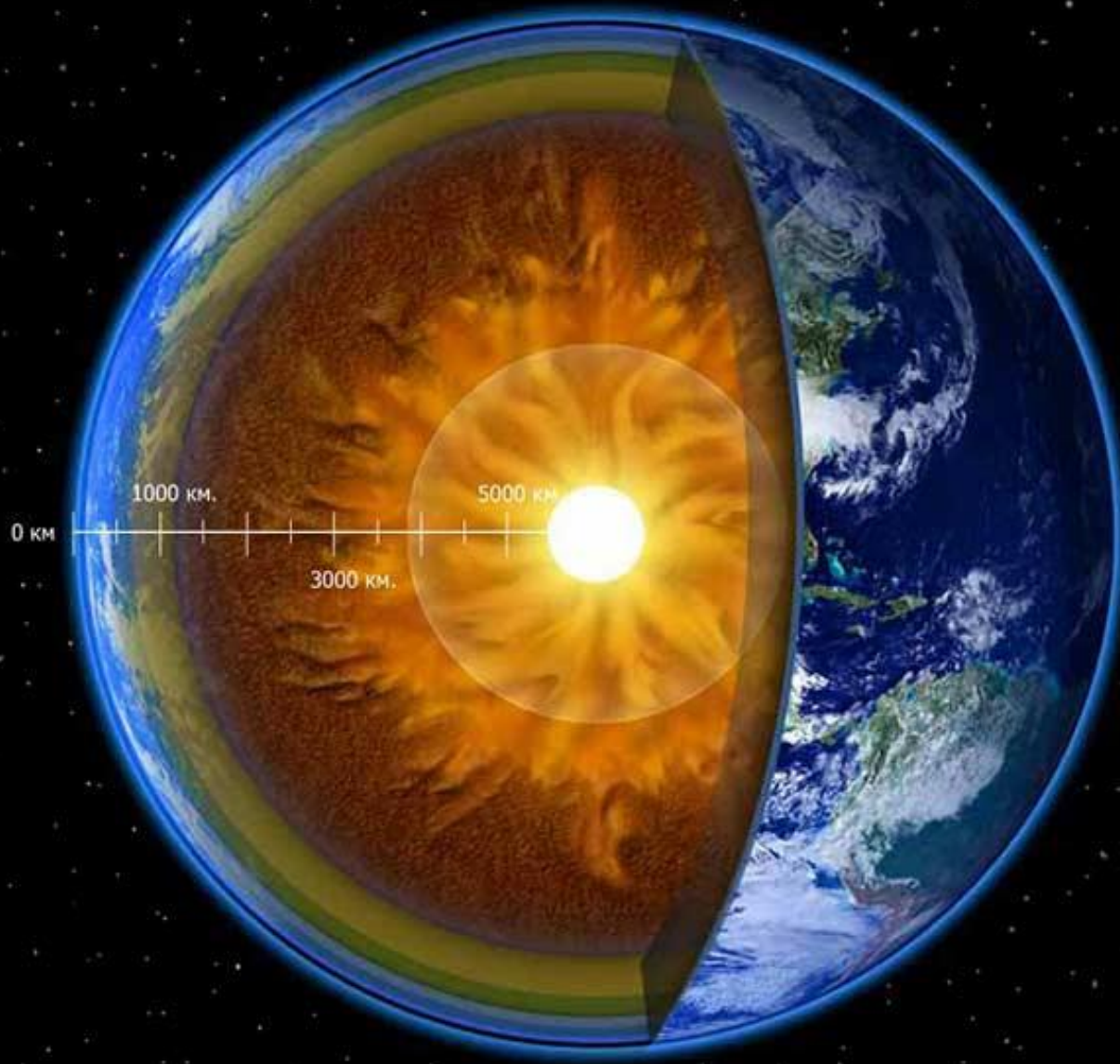
за 100 млн. лет — 10 000 км



НУ ПОЧЕМУ ... ?



СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ ?



ПРЯМЫЕ - БУРЕНИЕ

Кольская сверхглубокая

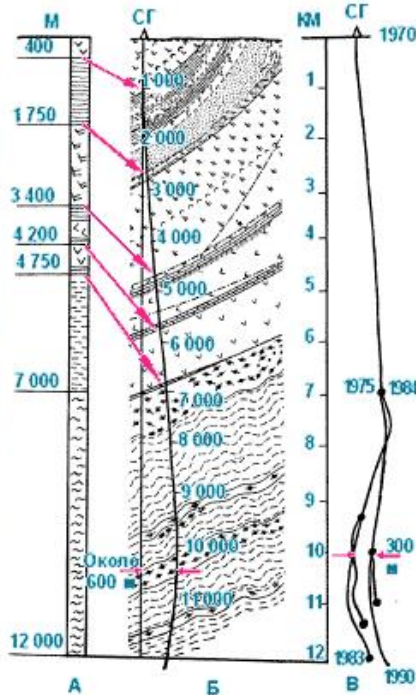
12 262 м

1970-1983 гг.

3-я в мире

3 млрд лет

0,2%



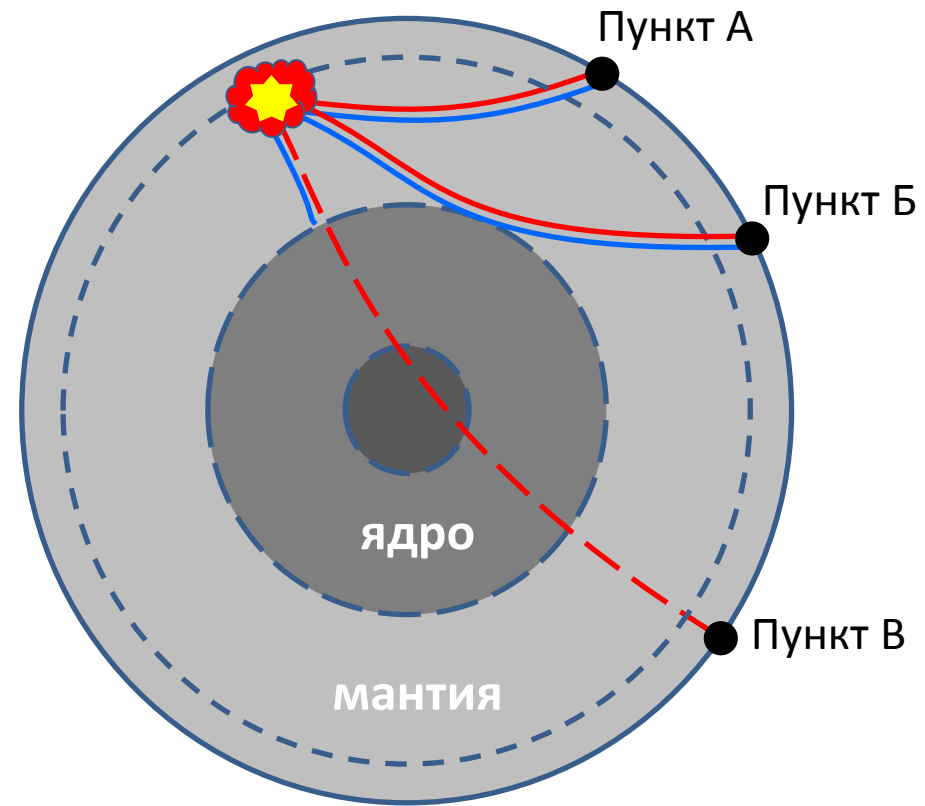
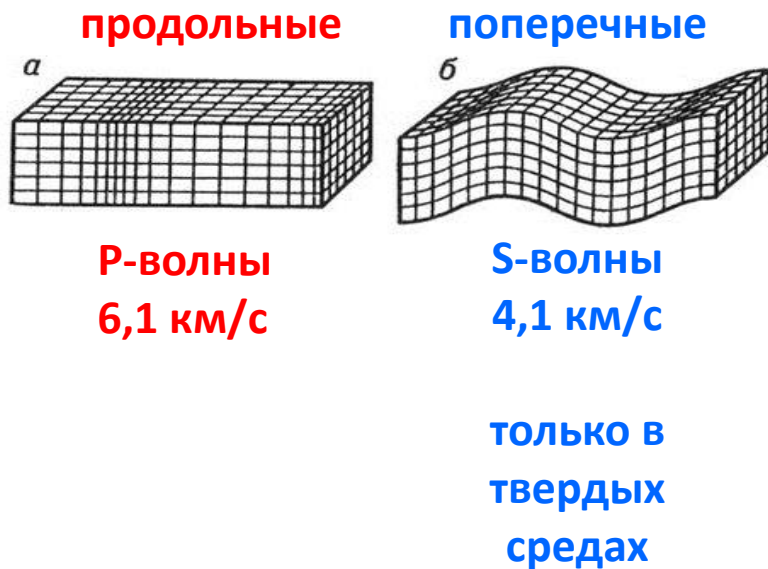
КОСВЕННЫЕ

1. Сейсмические данные
2. Сравнение Земли с другими космическими телами (другие планеты, метеориты и др.)
3. Физико-математическое моделирование

СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ: СЕЙСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ

ТИПЫ ВОЛН:

1. ПОВЕРХНОСТНЫЕ
(распространяются от эпицентра)
2. СЕЙСМИЧЕСКИЕ
(распространяются от очага)

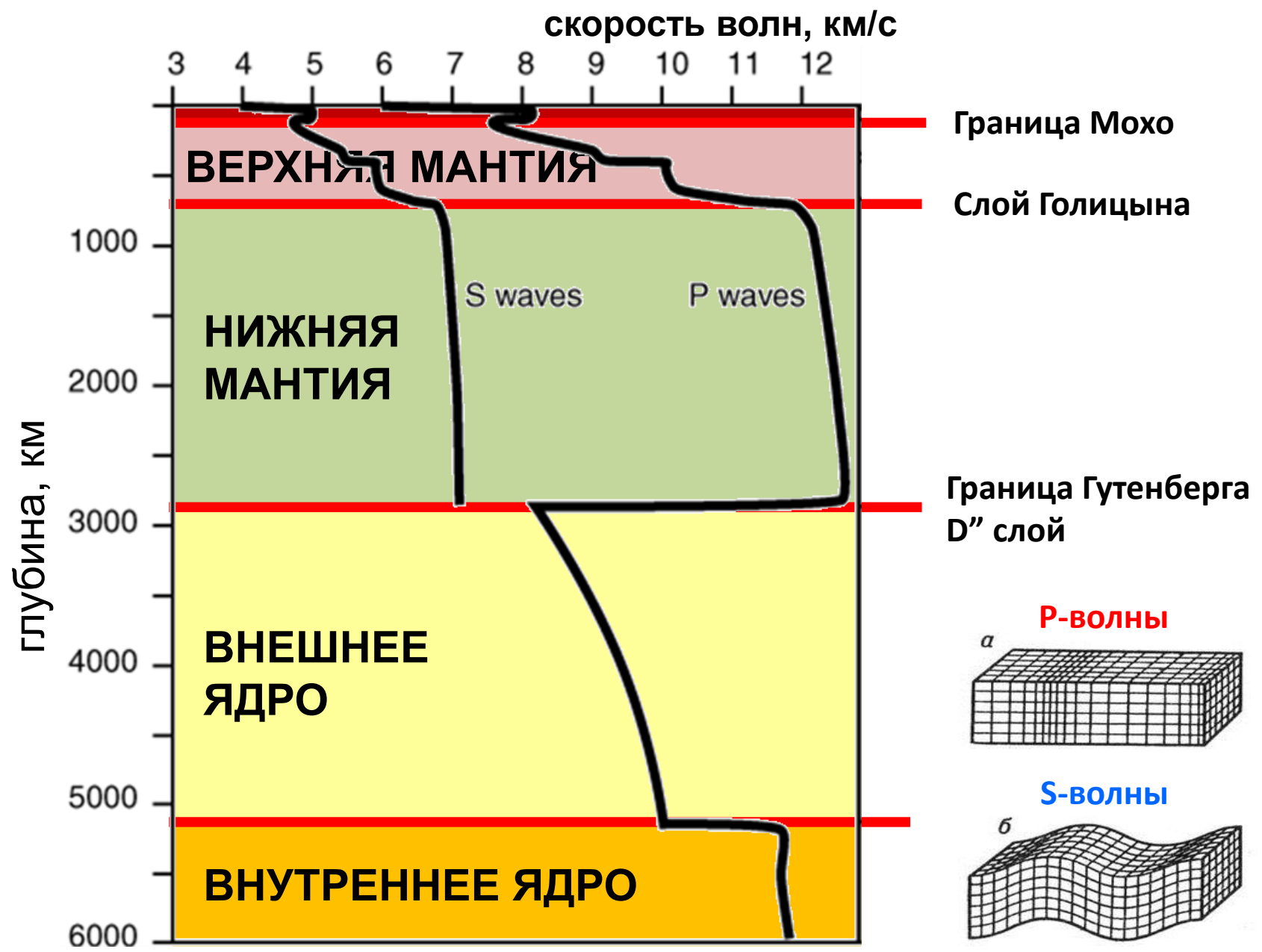


СЕЙСМОТОМОГРАФИЯ = SEISMIC TOMOGRAPHY:

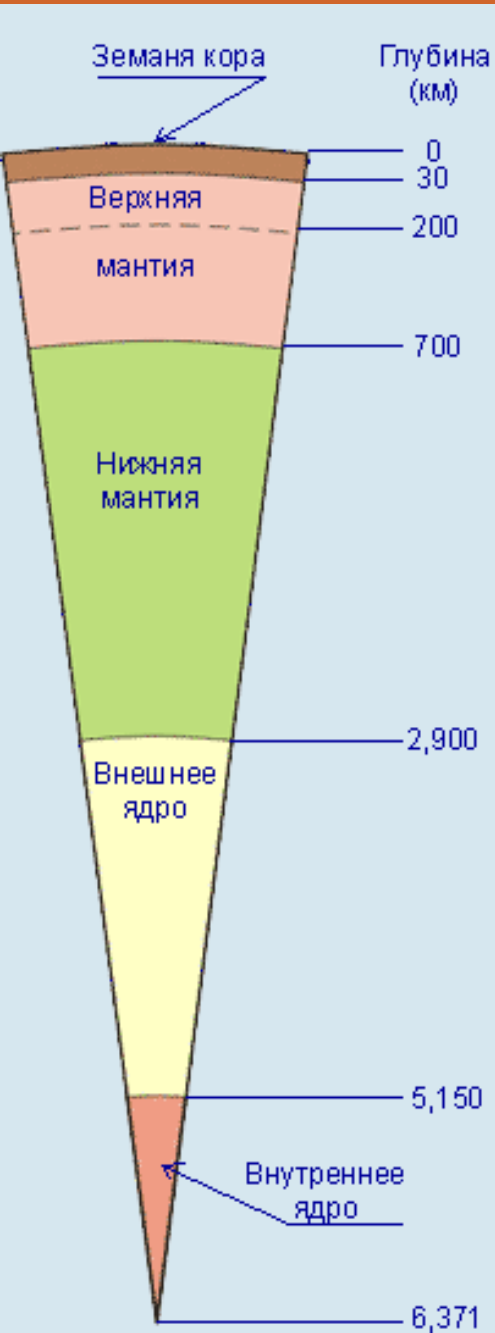
просто - <https://www.youtube.com/watch?v=Hrto0nIP8nk>

сложно - <https://www.youtube.com/watch?v=5ZI9RG7x2IE>

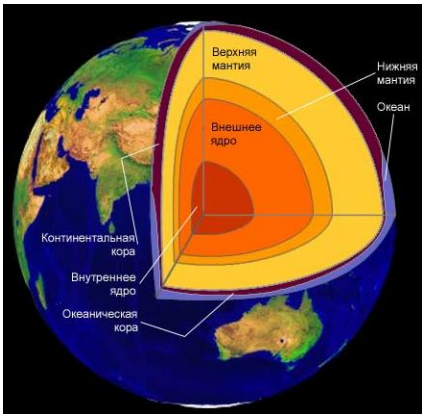
СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ: СЕЙСМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ



СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ: РЕЗУЛЬТАТЫ



слой	ГЛУБИНЫ км	ПЛОТНОСТЬ г/см3	Основные элементы
Земная кора	0-6 (80)	3,3	O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K
Верхняя мантия	6(80) - 700	3,5	O, Si, Mg,(Fe)
Нижняя мантия	700-2900	5,7	
Внешнее ядро	2900-5150	9,6-11-5	Fe-FeS-Ni
Внутреннее ядро	5150-6371	14-17	

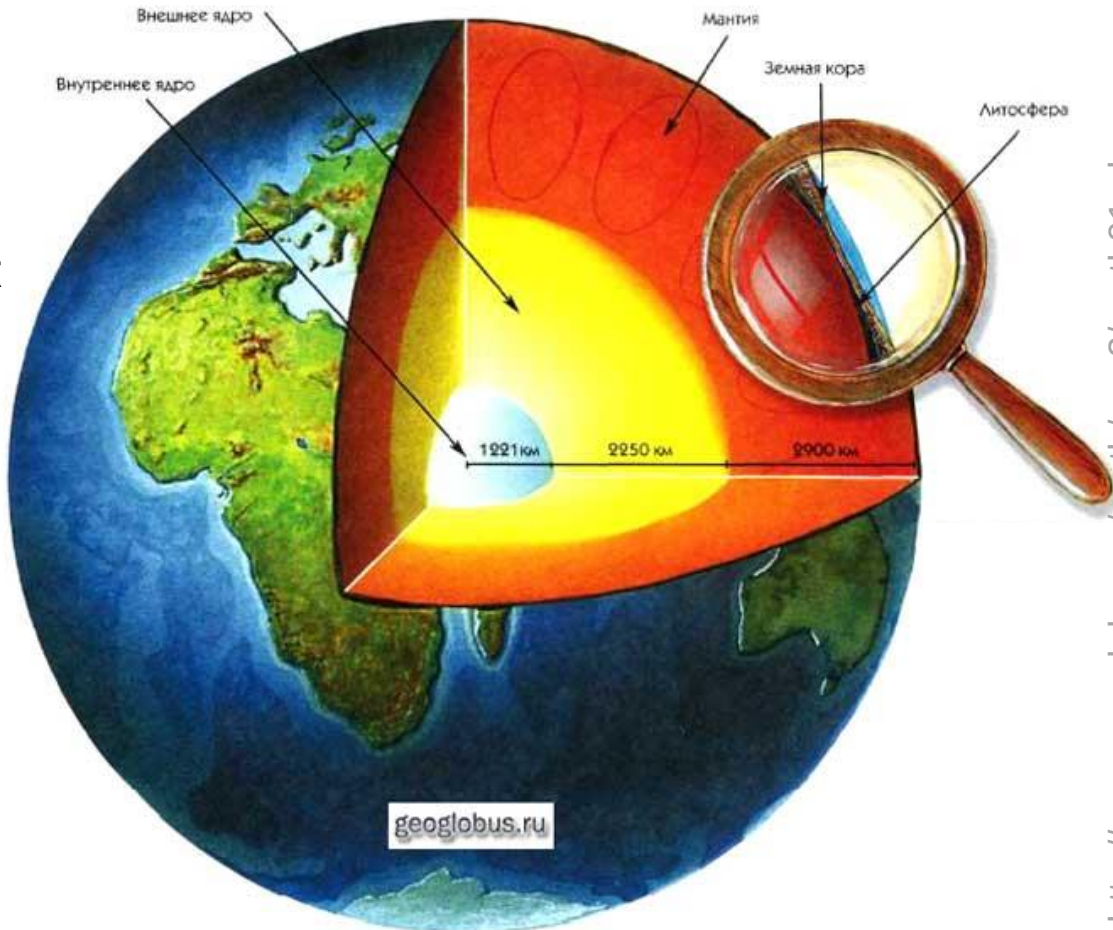
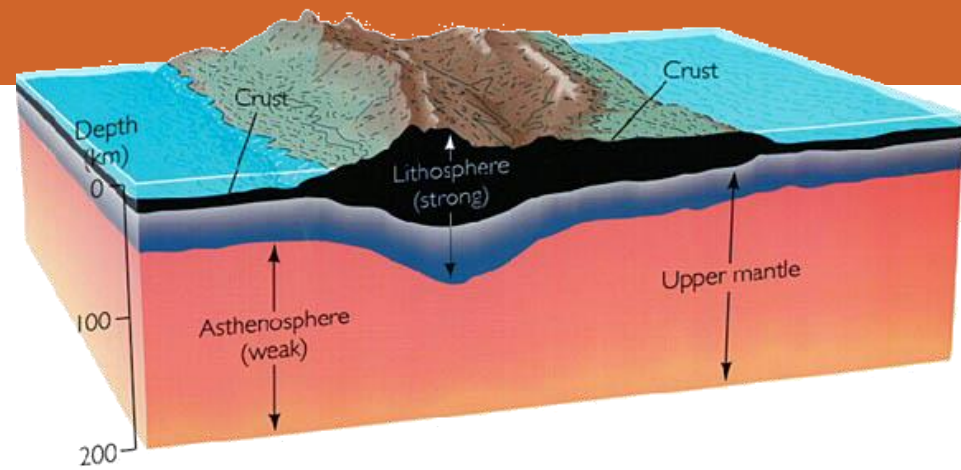


ЛИТОСФЕРА

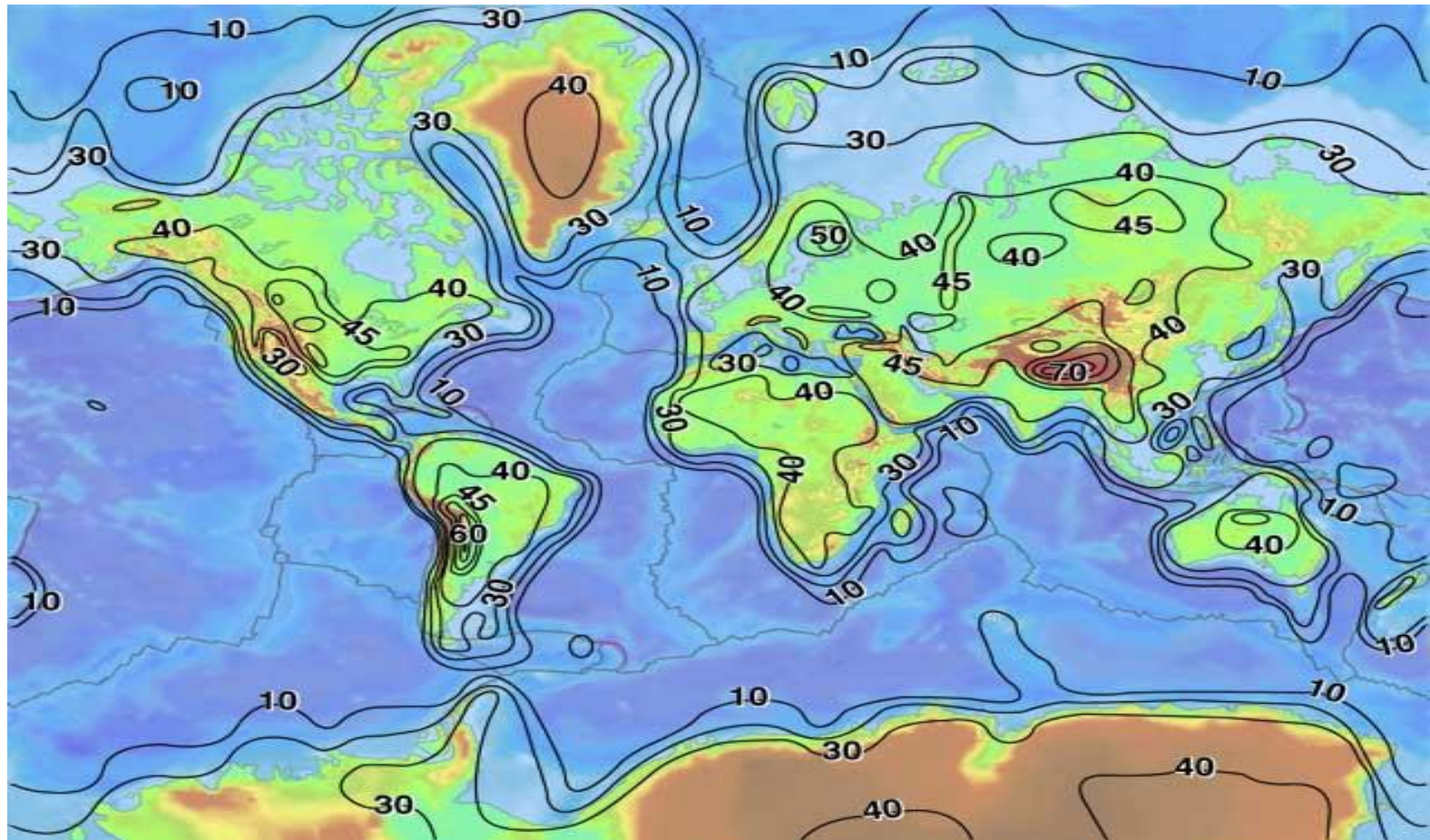
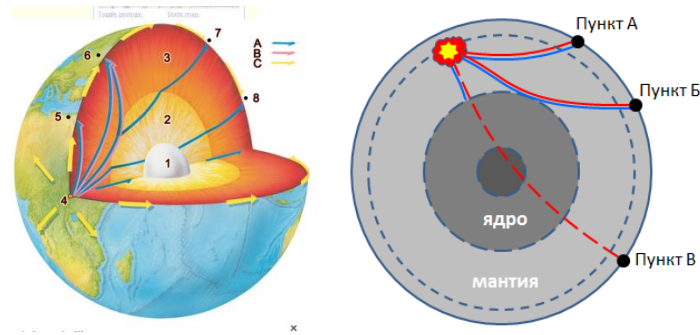
ЛИТОСФЕРА (от греч. λίθος — камень и σφαῖρα — шар, сфера) — твёрдая оболочка Земли, **состоит из земной коры и верхней части мантии, до астеносферы**

АСТЕНОСФЕРА — пластичный **слой в верхней мантии Земли**. Выделяется по геофизическим данным как слой пониженной скорости поперечных сейсмических волн и повышенной электропроводности.

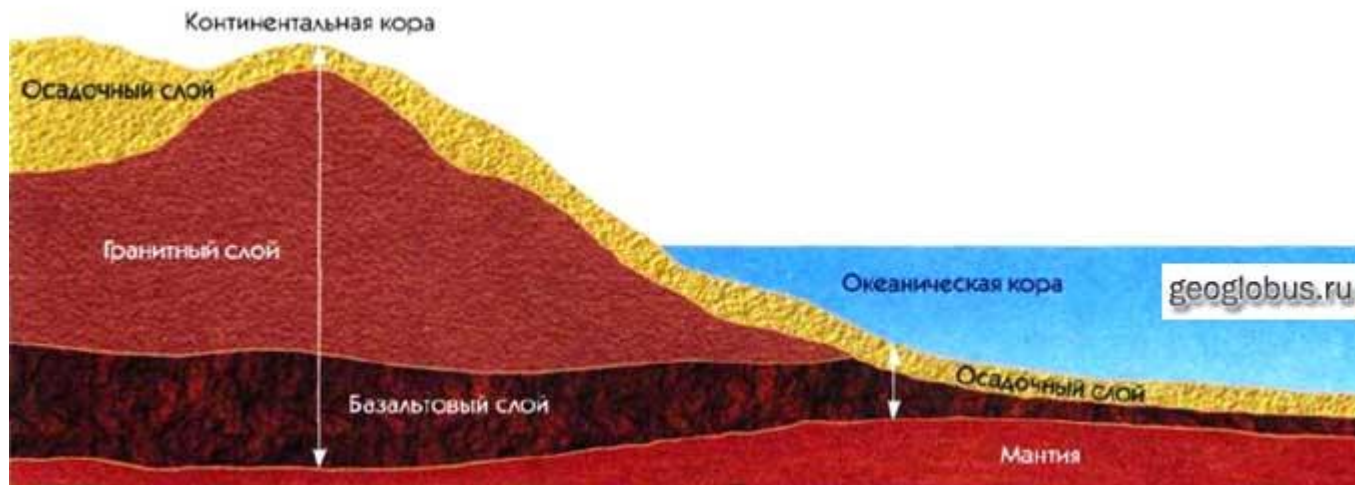
ТЕКТОНОСФЕРА - литосфера и подстилающие слои астеносферы, где зарождаются и реализуются внутриземные движения тектонического характера



ЛИТОСФЕРА: МОЩНОСТЬ ЗЕМНОЙ КОРЫ



ЛИТОСФЕРА – ТИПЫ ЗЕМНОЙ КОРЫ



МАТЕРИКИ – КОНТИНЕНТАЛЬНАЯ

- Трехслойная (осадочные, «гранитный» и «базальтовый»)
- Средняя толщина 35-45 км, максимальная - до 75 км под горными массивами
- Гранитный: породы с низкой плотностью, возраст более 3 млрд. лет
- Базальтовый: возрастание скорости сейсмических волн

ОКЕАНЫ – ОКЕАНИЧЕСКАЯ

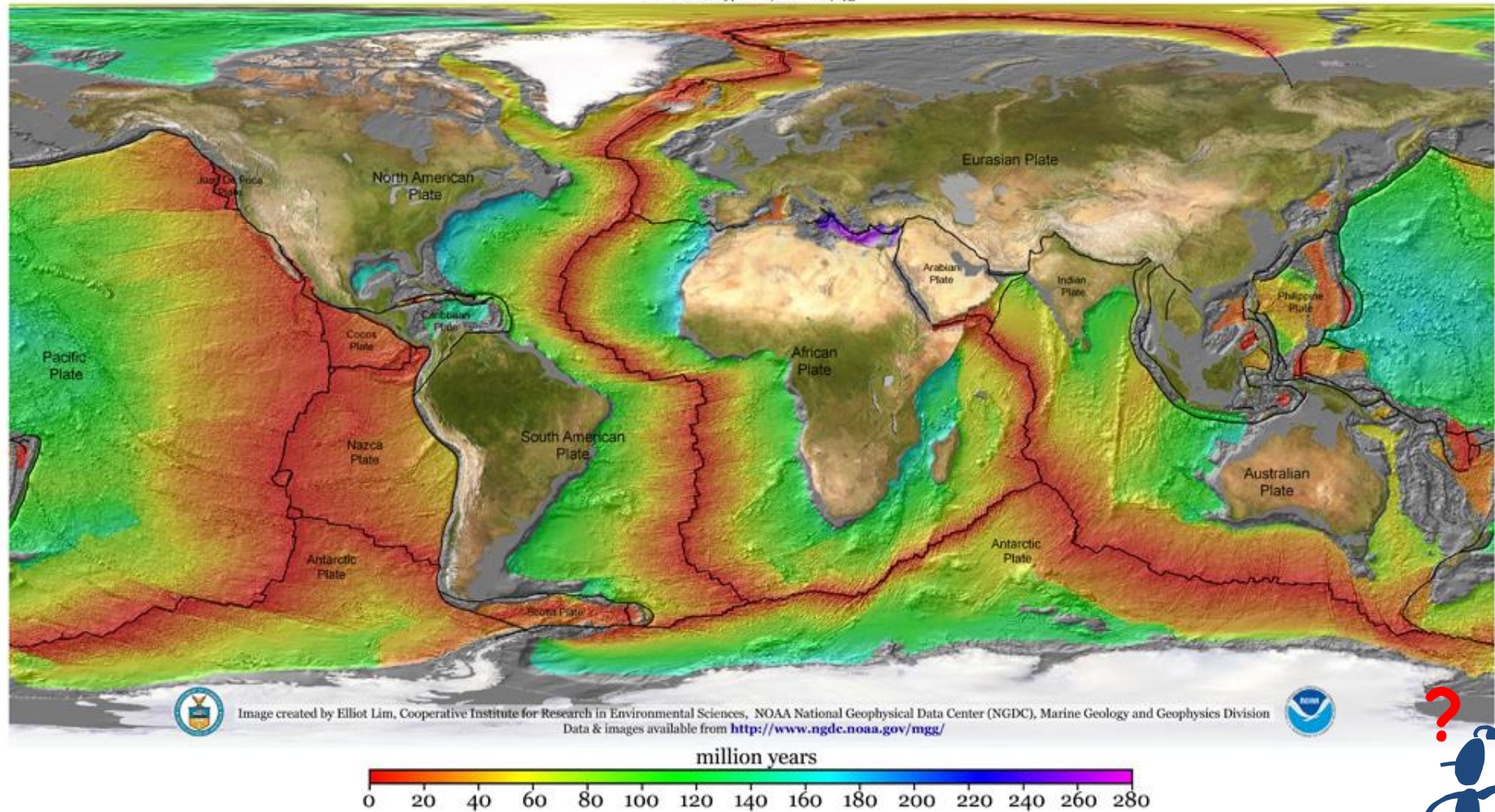
- Двухслойная (осадочные, «базальтовый»)
- Средняя толщина 7 км
- Возраст – 157 млн. лет

ЛИТОСФЕРА: ВОЗРАСТ ОКЕАНИЧЕСКОЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Age of Oceanic Lithosphere (m.y.)

Data source:

Muller, R.D., M. Sdrolias, C. Gaina, and W.R. Roest 2008. Age, spreading rates and spreading symmetry of the world's ocean crust, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 9, Q04006, doi:10.1029/2007GC001743.

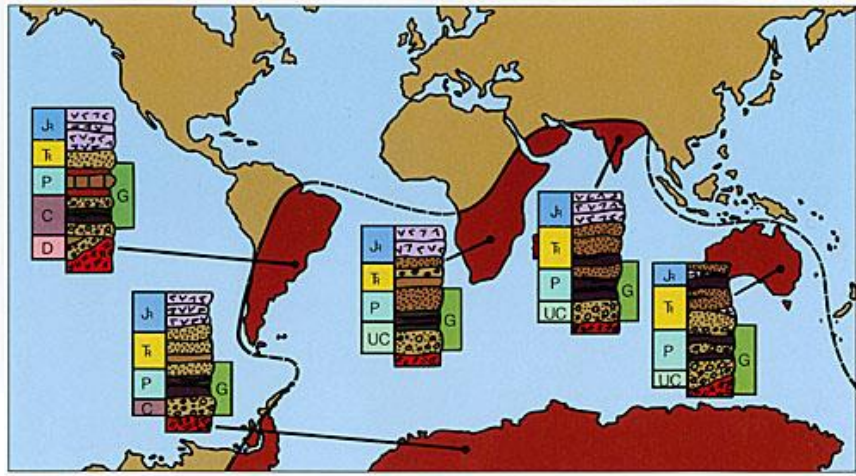
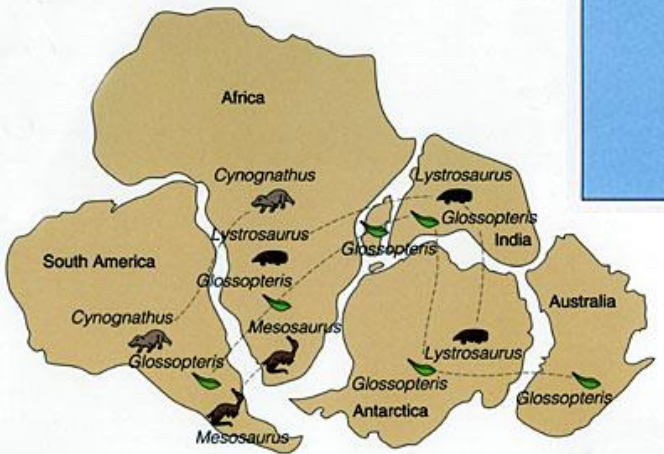


ЛИТОСФЕРА: ЕДИНСТВО МАТЕРИКОВ В ПРОШЛОМ

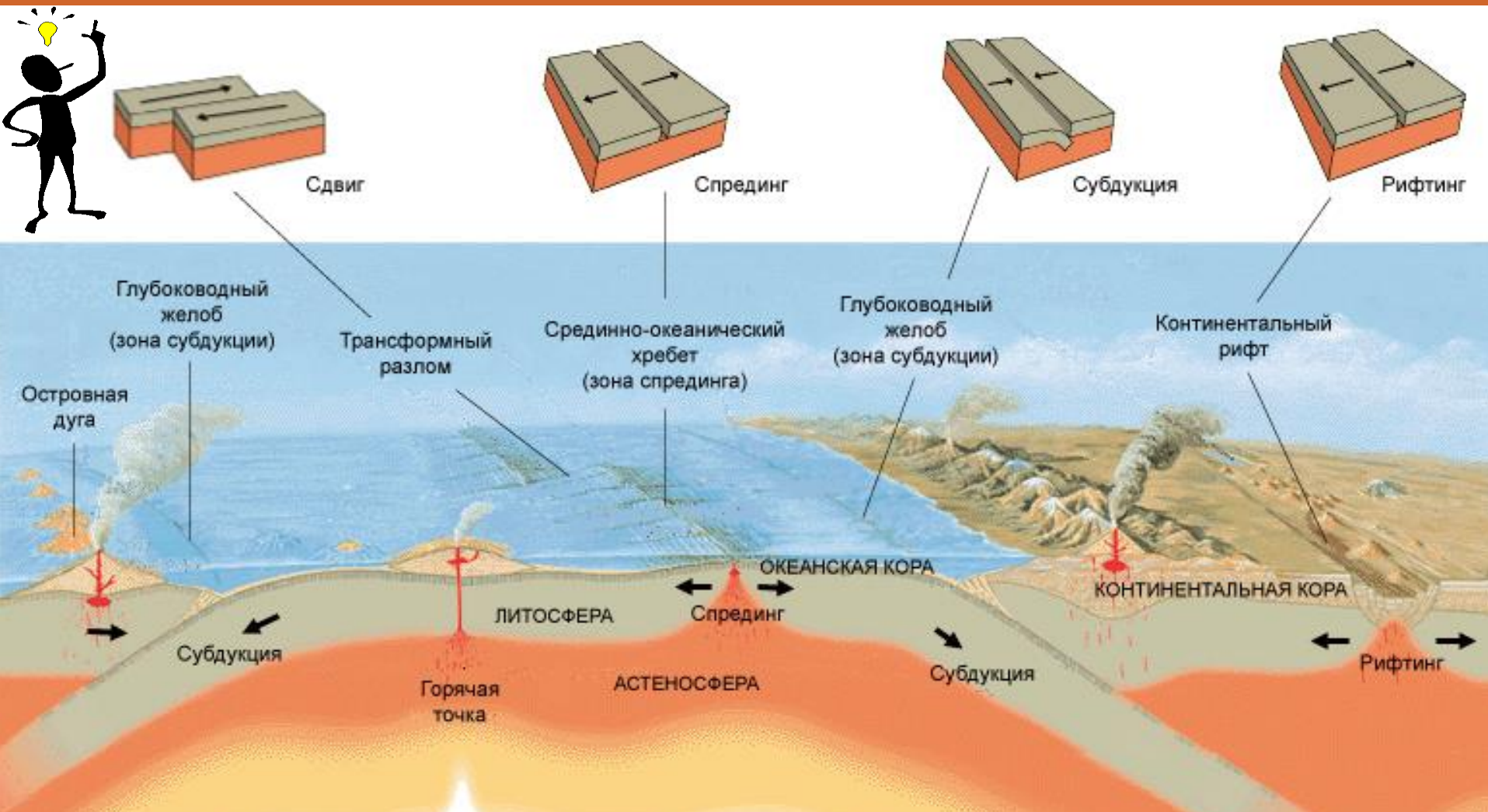
200 млн лет назад
**МАТЕРИКИ БЫЛИ
ЕДИНЫ**



Glaciated area.
Arrows indicate the
direction of glacial
movement based on
striations preserved
in bedrock.



ТЕКТОНИКА ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ

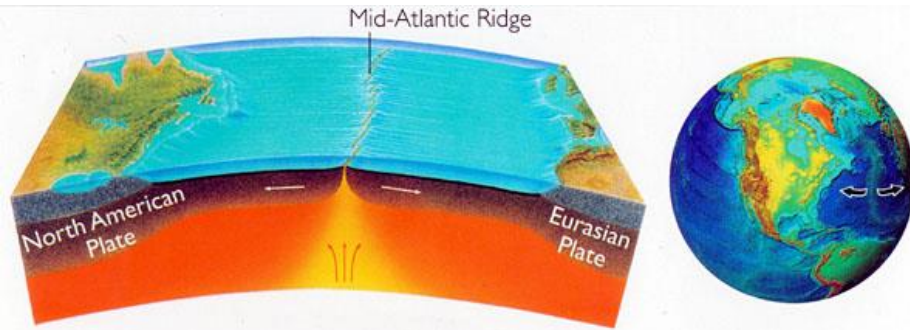


Текто́ника плит — современная геологическая теория о движении литосферы, согласно которой земная кора состоит из относительно целостных блоков — плит, которые находятся в постоянном движении относительно друг друга. При этом в зонах расширения (срединно-океанических хребтах и континентальных рифтах) в результате спрединга (англ. seafloor spreading — растекание морского дна) образуется новая океаническая кора, а старая поглощается в зонах субдукции. Теория тектоники плит объясняет возникновение землетрясений, вулканическую деятельность и процессы горообразования, по большей части приуроченные к границам плит.

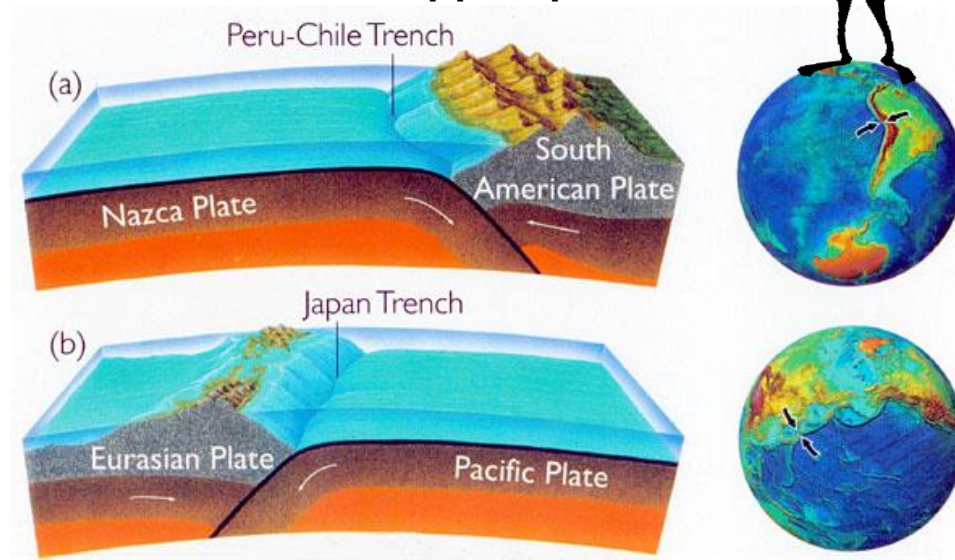
ТЕКТОНИКА ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ



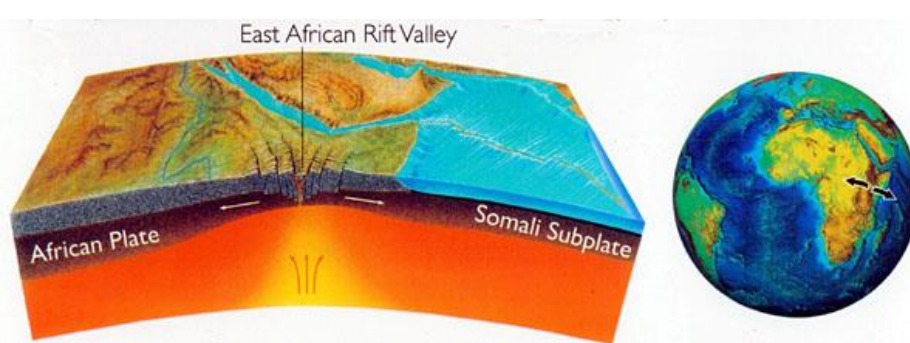
СПРЕДИНГ



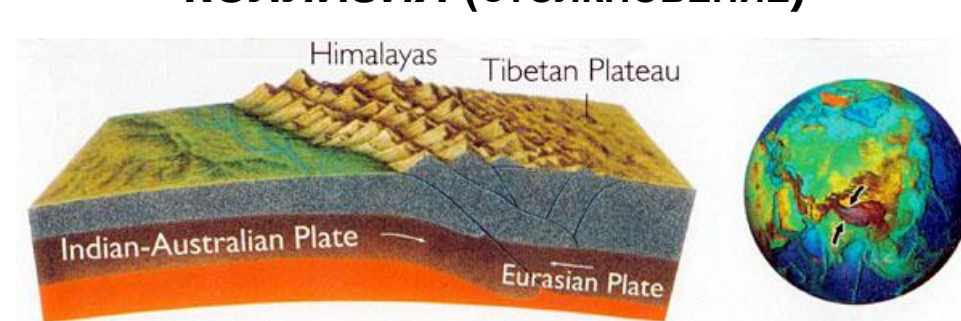
СУБДУКЦИЯ



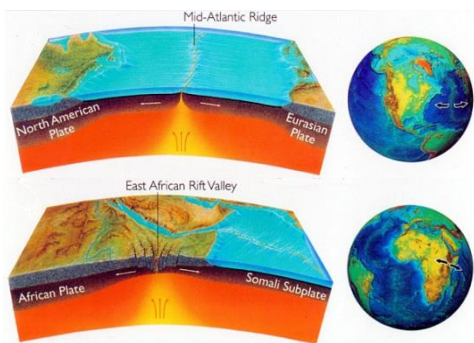
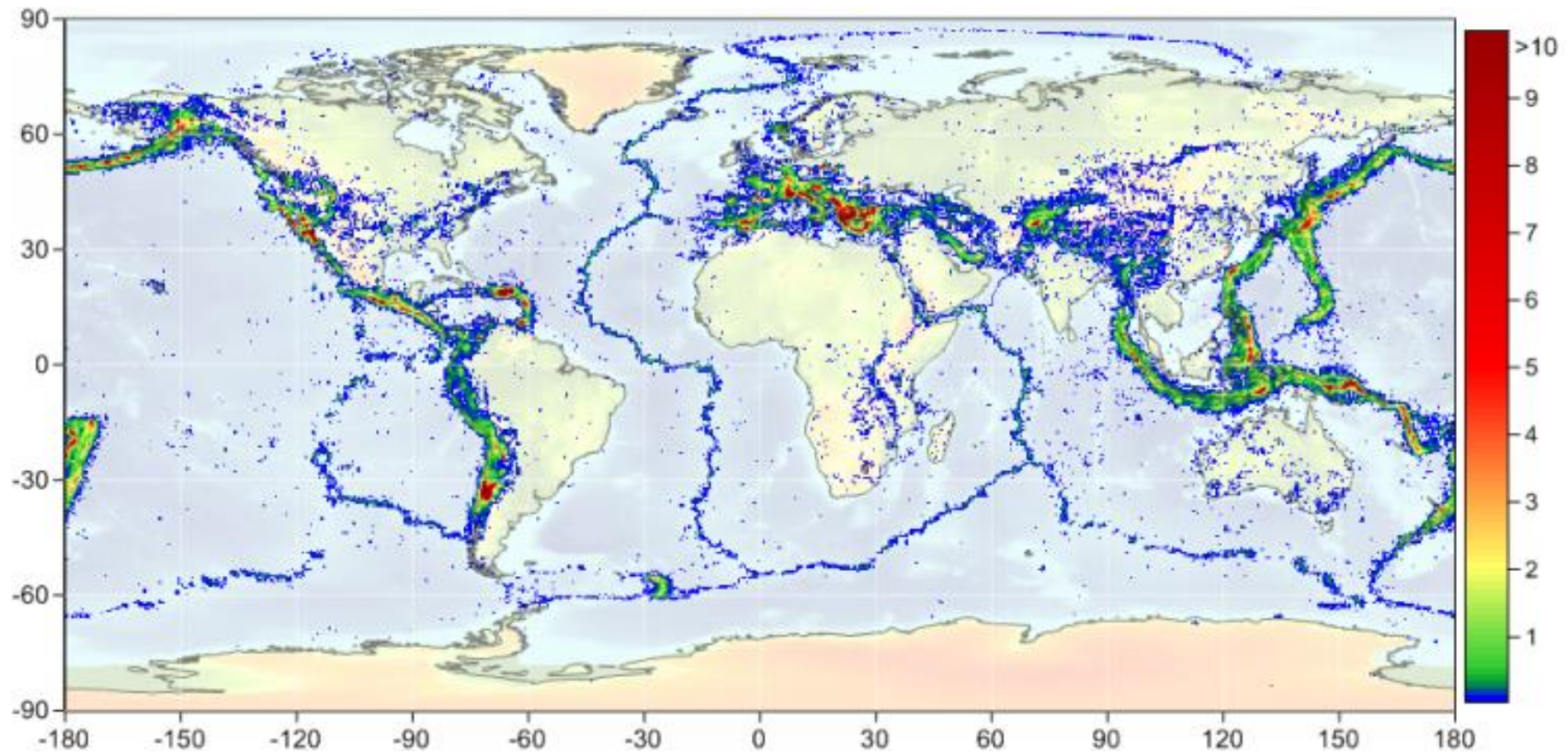
РИФТИНГ



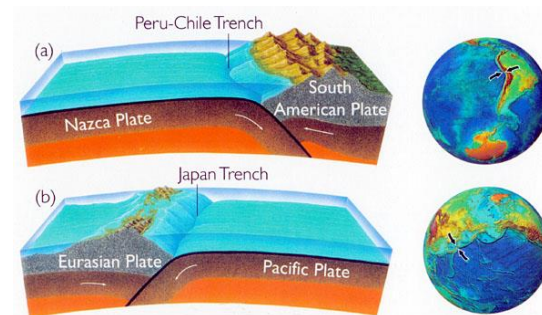
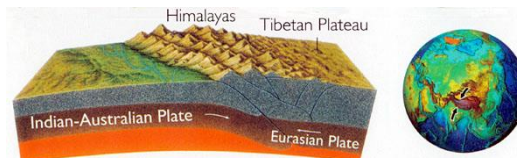
КОЛЛИЗИЯ (СТОЛКНОВЕНИЕ)



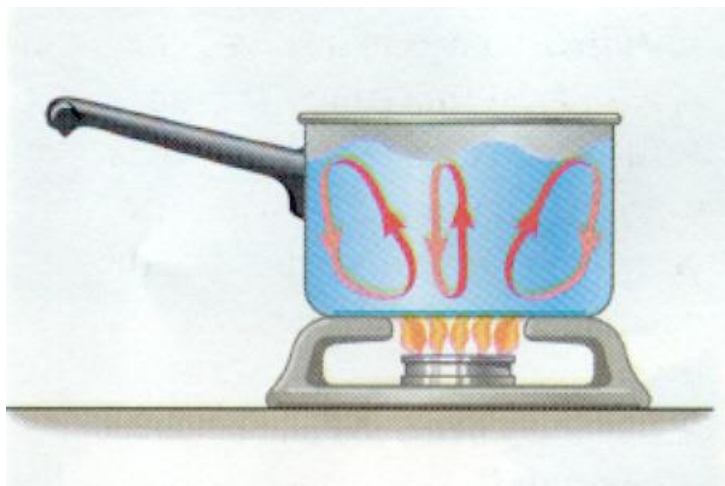
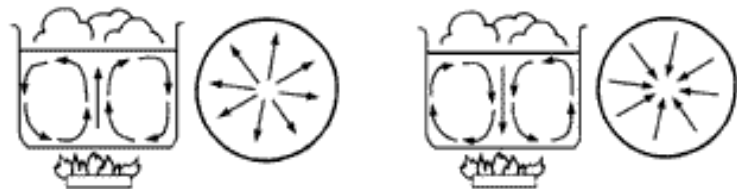
ДВИЖЕНИЯ ЛИТОСФЕРЫ – ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ



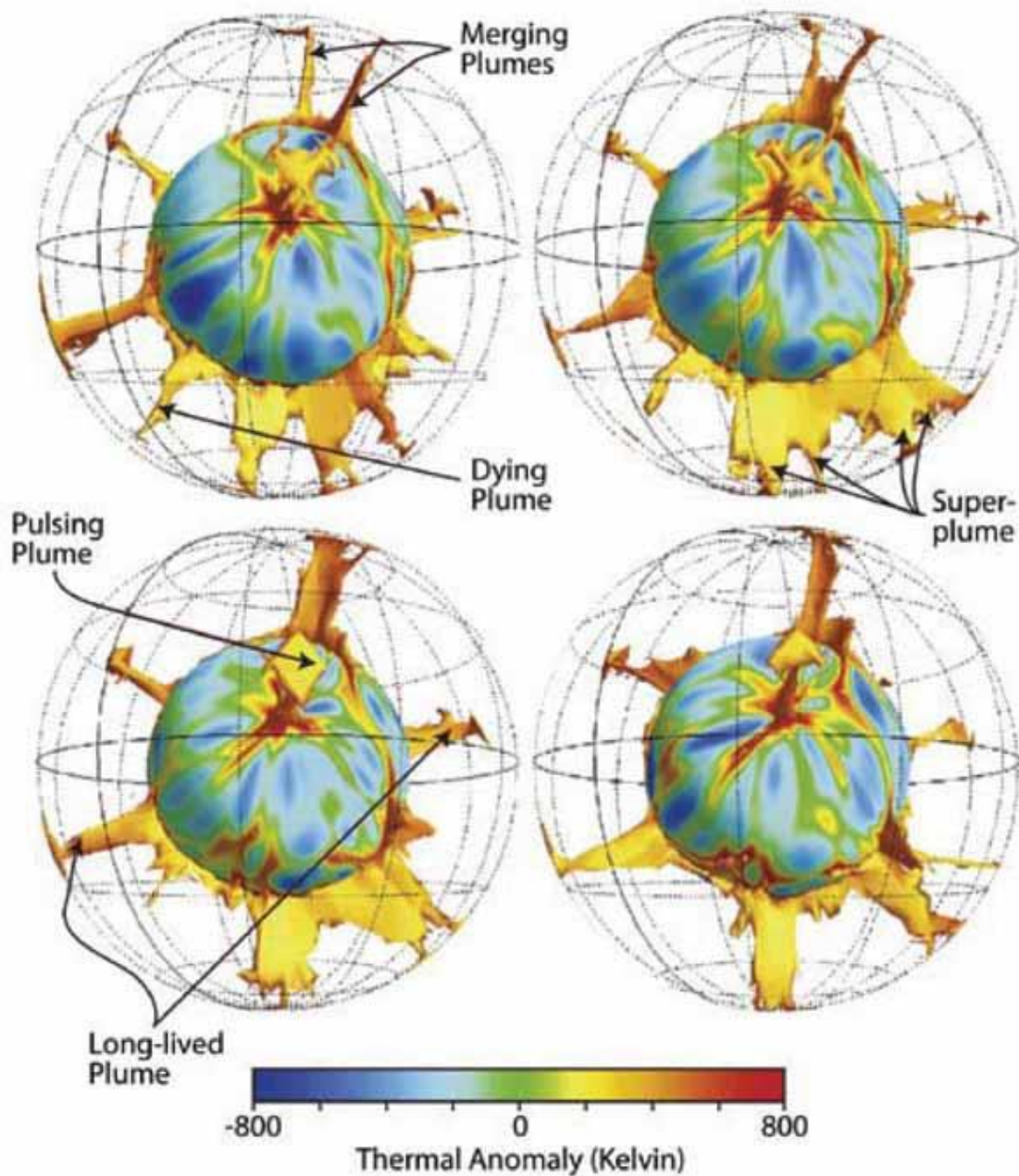
СПРЕДИНГ **СУБДУКЦИЯ**
РИФТИНГ **КОЛЛИЗИЯ**



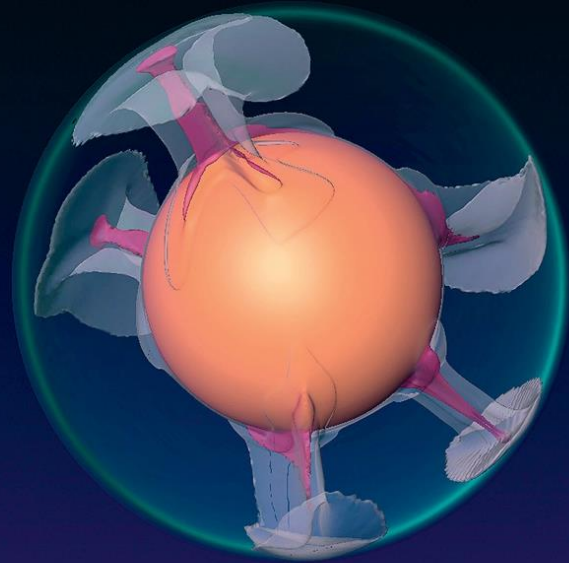
ТЕКТОНИКА ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ



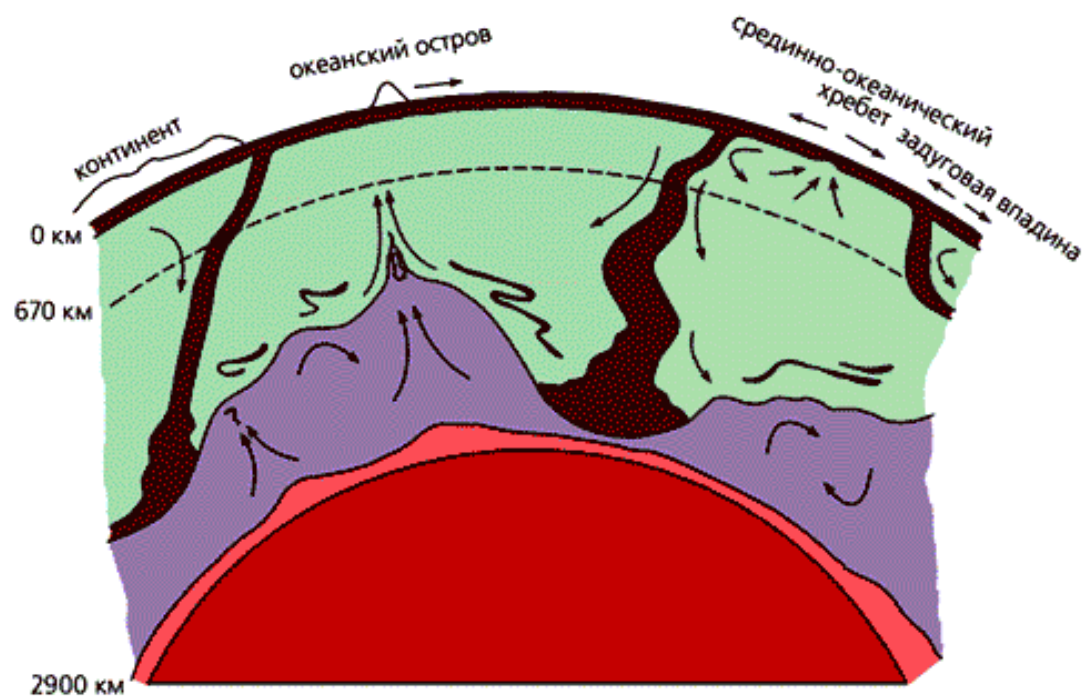
ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ –
радиоактивный распад
соединений железа в ядре,
температура $\sim 5000^{\circ}$



ТЕКТОНИКА ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ



Действующий
ХВОСТ ПЛЮМА НА
ГАВАЙЯХ ИЗВЕРГАЕТСЯ
НЕПРЕРЫВНО



Земная кора и слэбы

Мантия

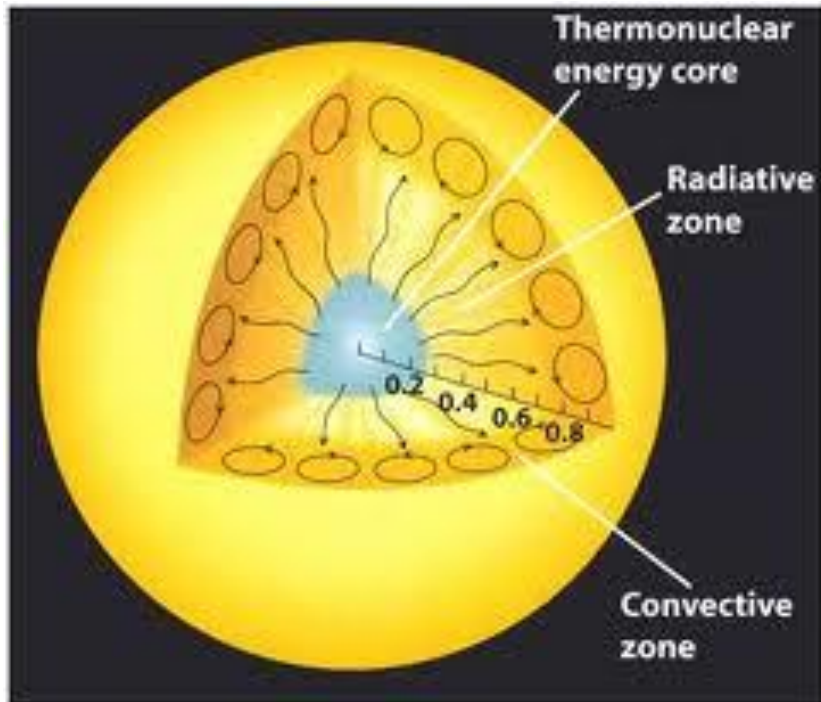
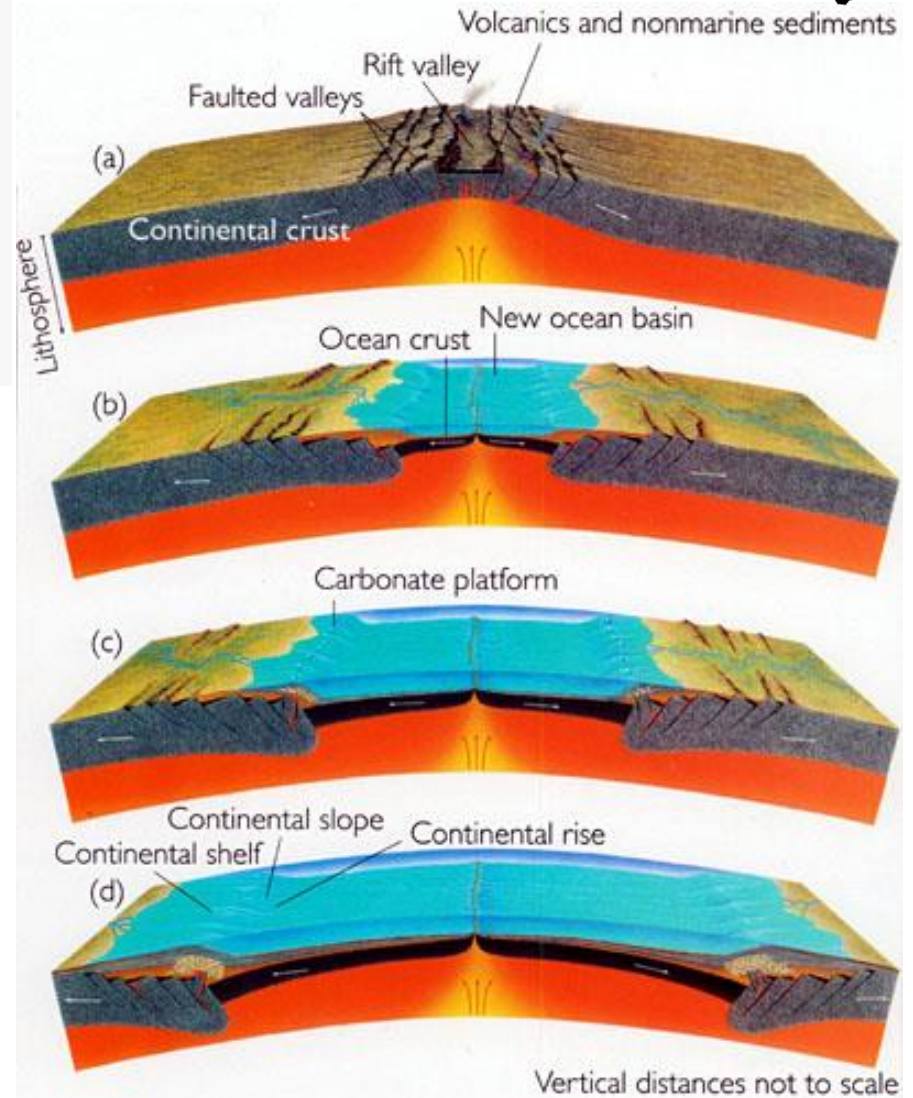
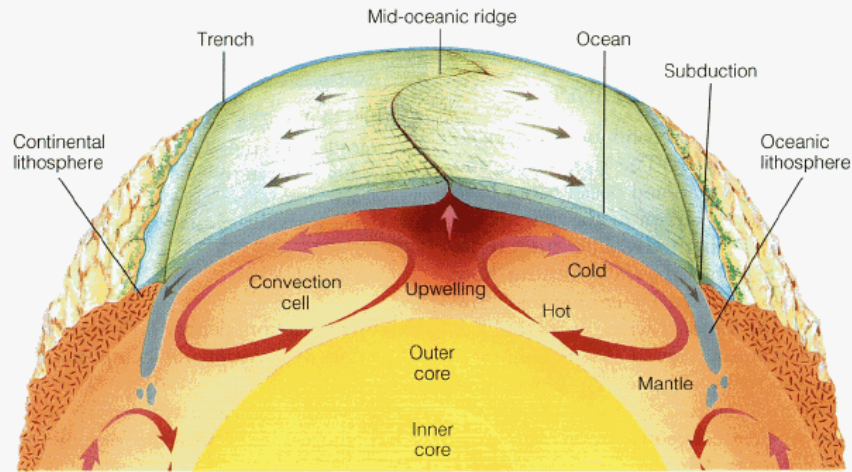
Граница верхней и нижней мантии

Низы мантии

Переходный слой

Ядро

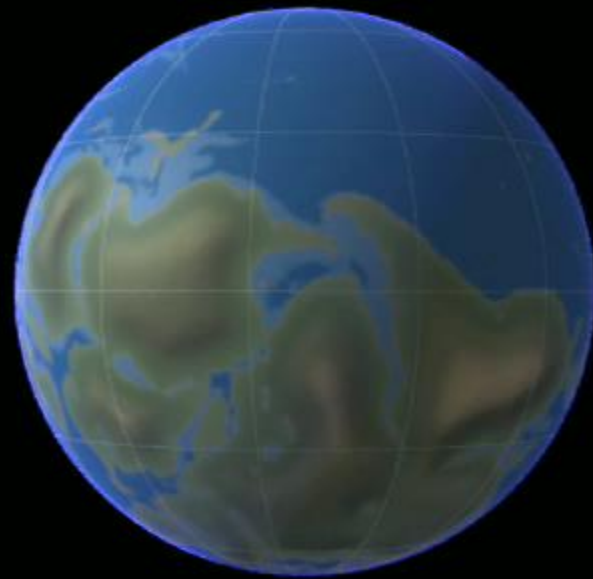
ТЕКТОНИКА ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ



ТЕКТОНИКА ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ



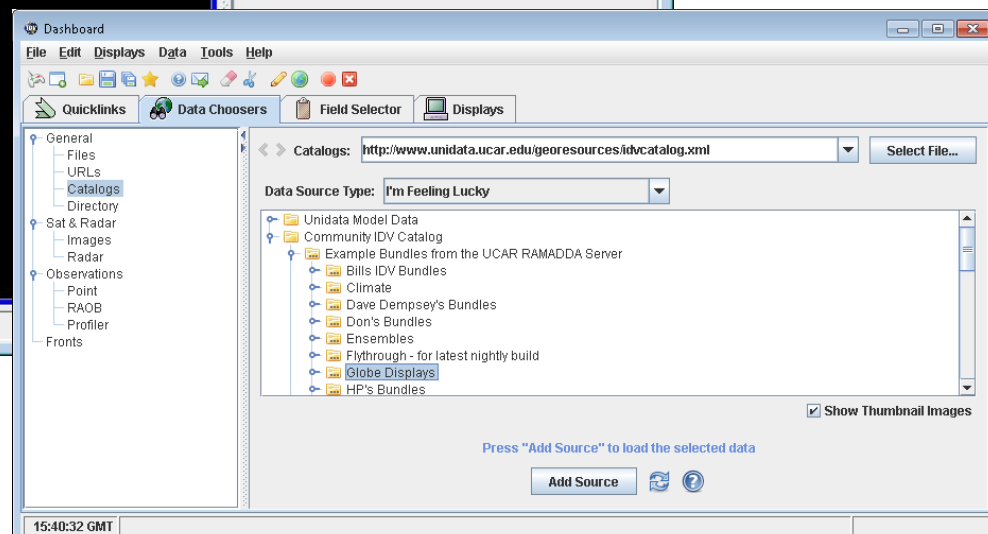
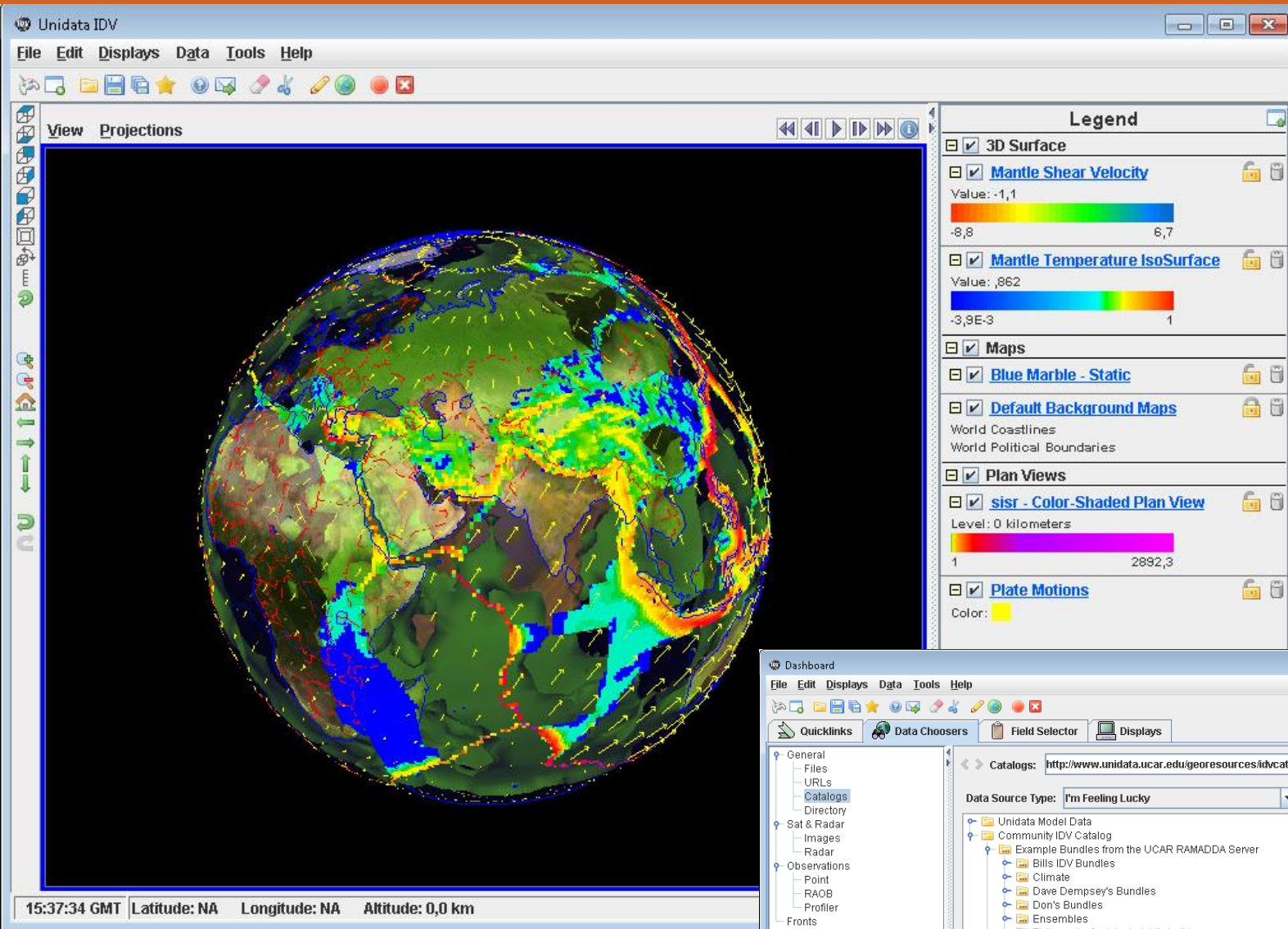
SCIENCEphotOLIBRARY



SCIENCEphotOLIBRARY

<http://www.sciencephoto.com/channel/motion/environment>

ТЕКТОНИКА ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ



<https://www.unidata.ucar.edu/software/idv/>

ЛИТОСФЕРА: ДРЕЙФ МАТЕРИКОВ



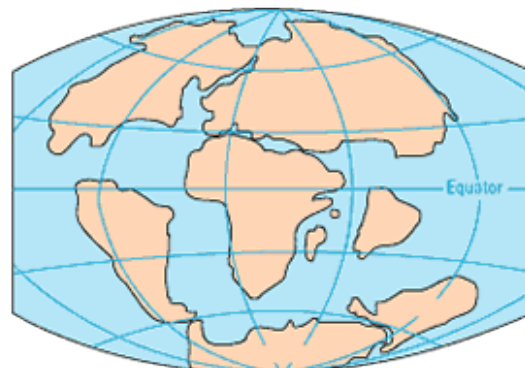
PERMIAN
225 million years ago



TRIASSIC
200 million years ago



JURASSIC
135 million years ago



CRETACEOUS
65 million years ago



PRESENT DAY

скорость **10 см/год (2-20 см/год)**

за 1 млн. лет — 100 км

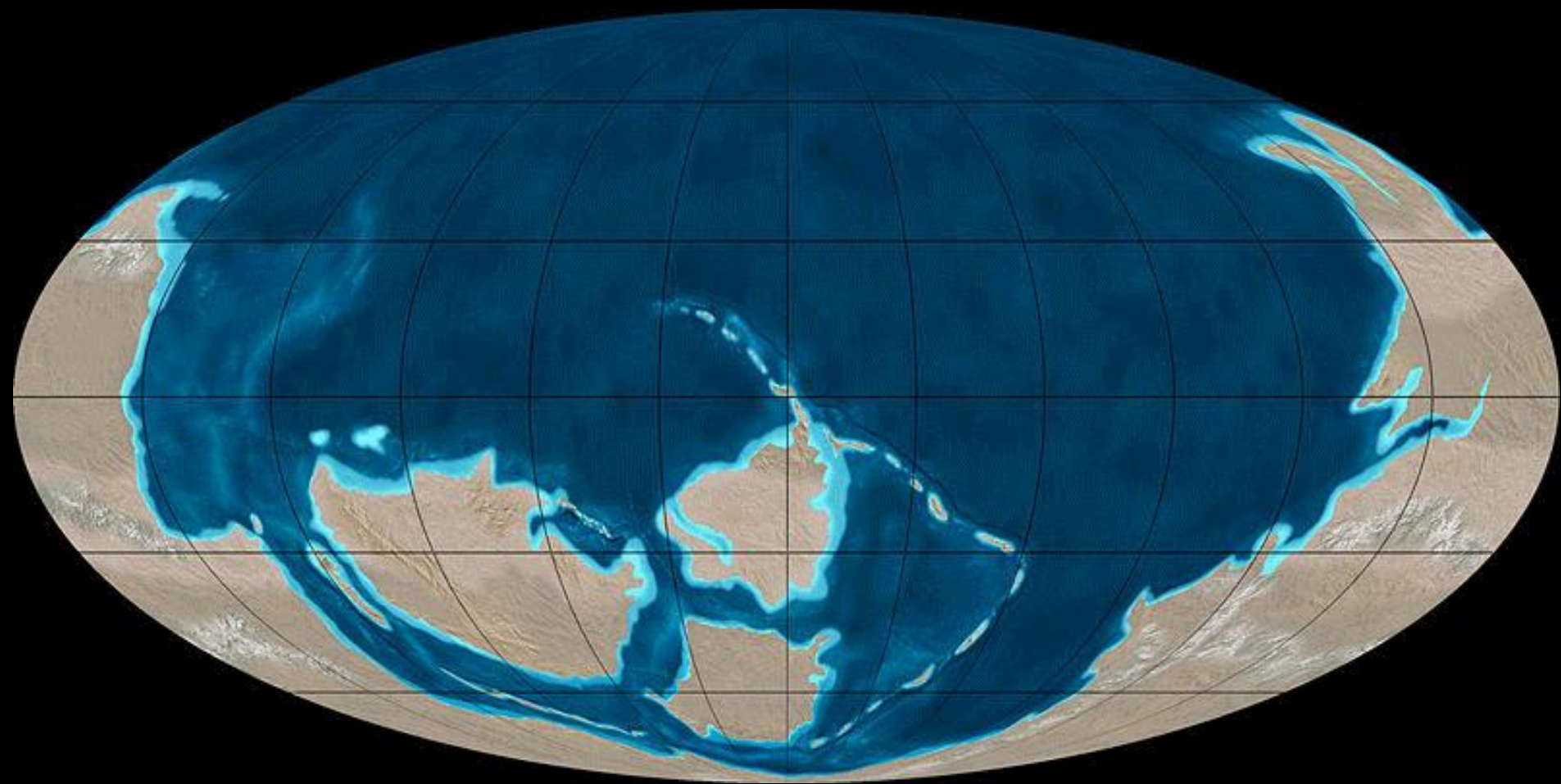
за 10 млн. лет — 1 000 км

за 100 млн. лет — 10 000 км

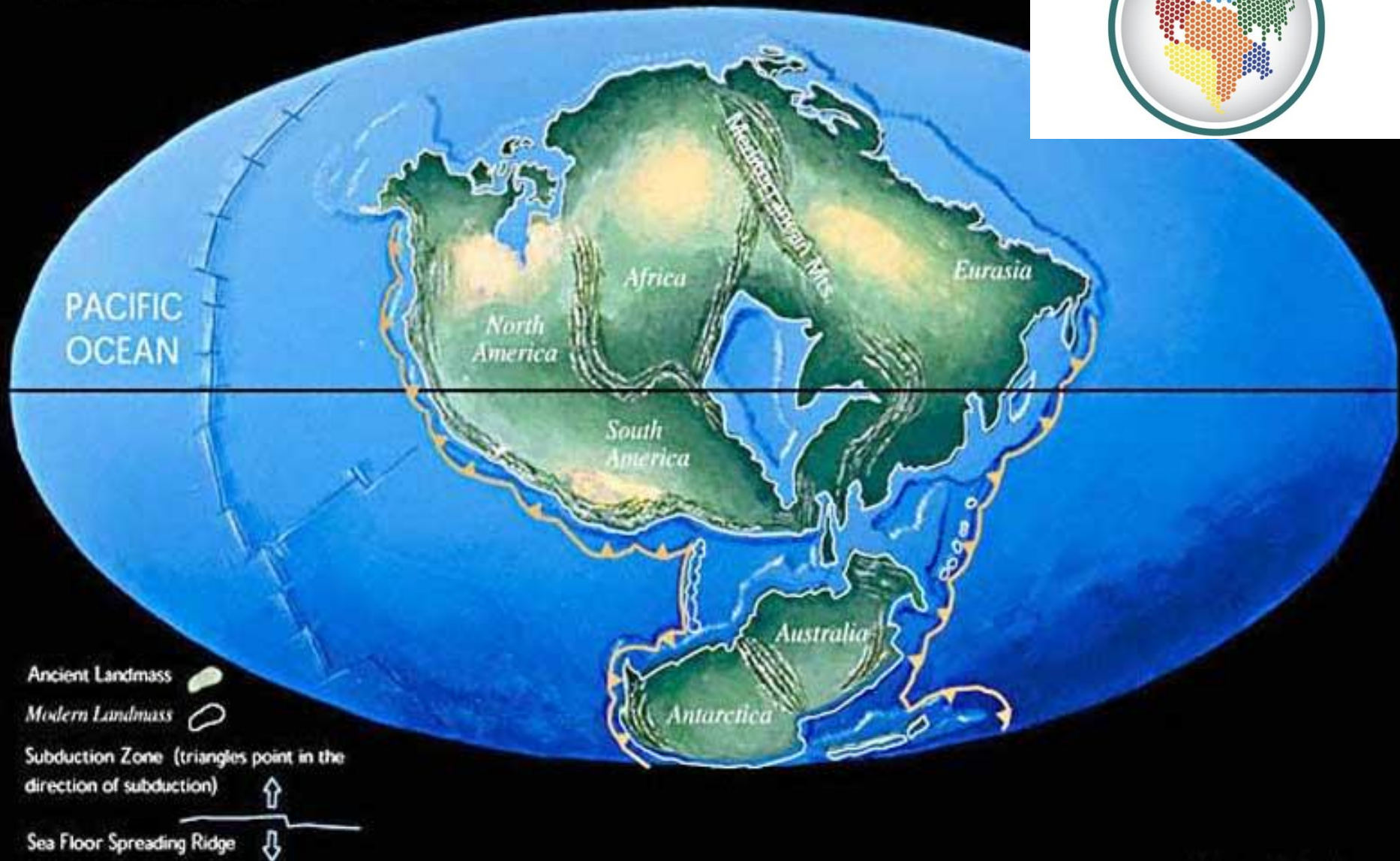
ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ ЛИТОСФЕРЫ (В. Е. Хаин, 1973)

- I. **догеологический** (4,6 -4,5 млрд. лет);
- II. **лунный**; от образования земной коры до формирования гидросферы (4,5 -4,0 млрд. лет);
- III. **катархейский**, образуется первичная континентальная литосфера, слагающая ядра будущих материков (4,0 -3,5 млрд. лет);
- IV. **подзднеархейско-раннепротерозойский** или **раннегеосинклинальный**: образование протогеосинклиналей и первых платформ (3,5 -2,0 млрд. лет);
- V. **среднепротерозойский -раннерифейский** или **раннеплатформенный**, консолидация первичной континентальной коры, 2,0 -1,4 млрд. лет;
- VI. **позднепротерозойский -палеозойский** или **геосинклинально-платформенный**; обособление древних платформ и их развитие (1,4 -0,2 млрд.лет);
- VII. **мезозойско-кайнозойский** или **континентально-океанический**; оформление современных континентов, создание на палеозойских и раннемезозойских складчатых структур молодых платформ; образование молодых океанов (0,2 млрд. лет).

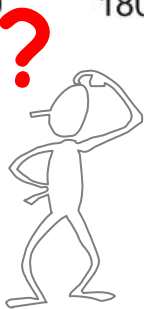
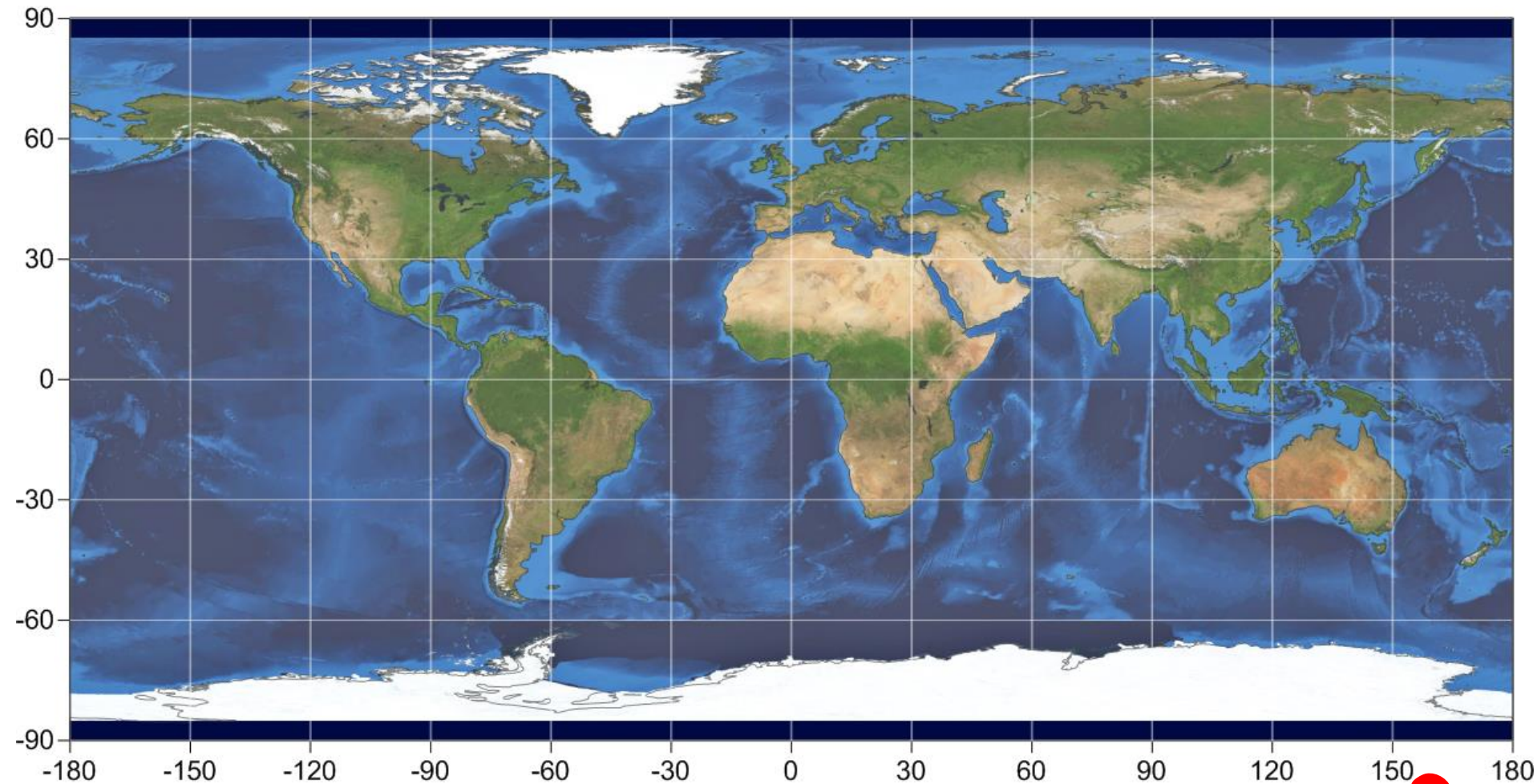
ЛИТОСФЕРА: ПРОИСХОЖДЕНИЕ



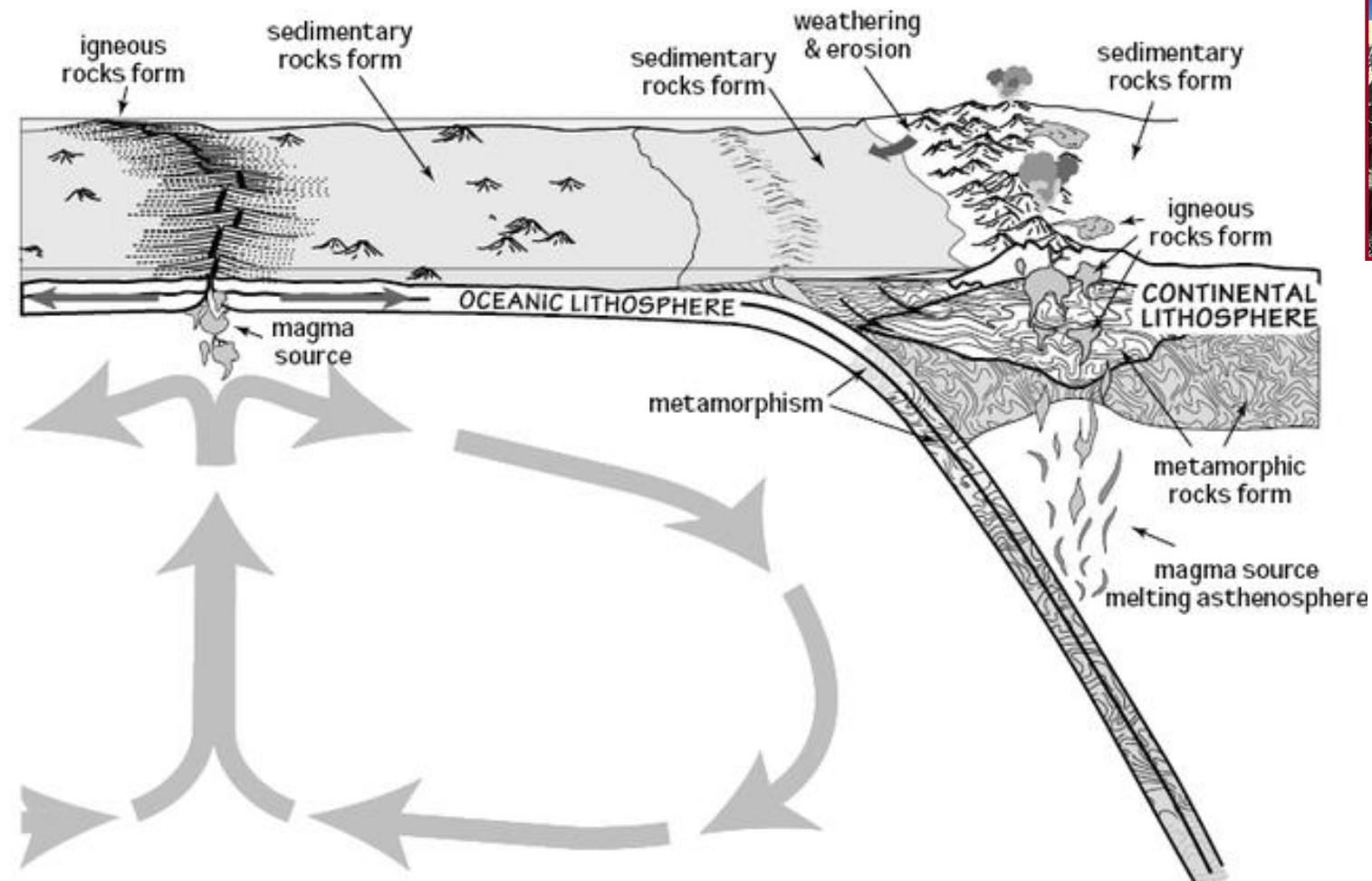
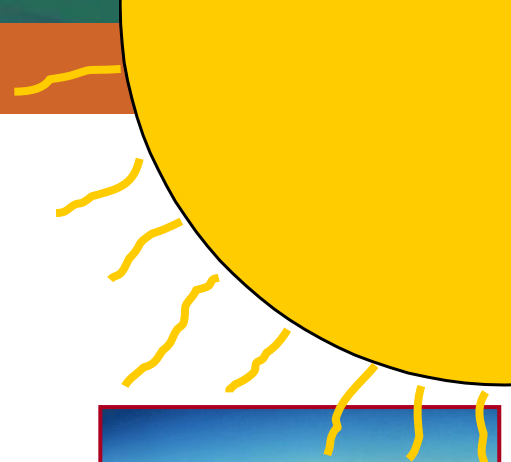
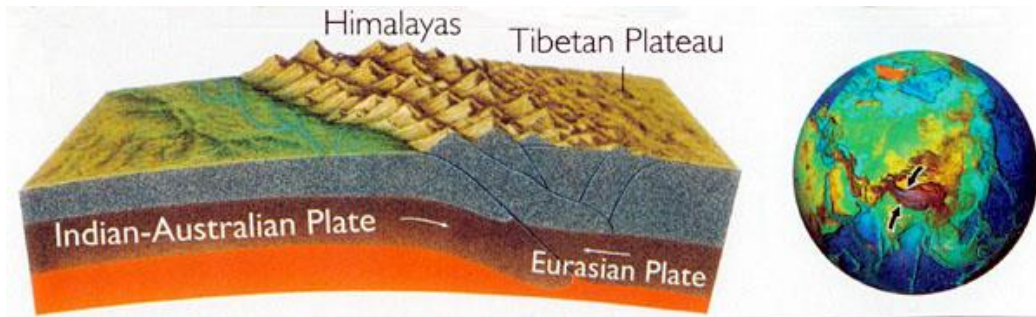
Future World + 250 Ma



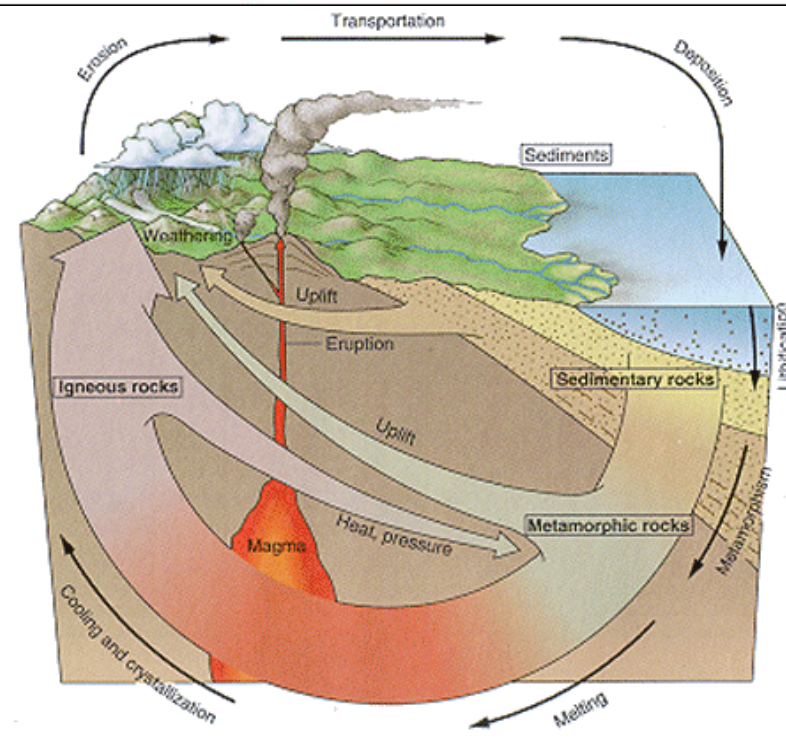
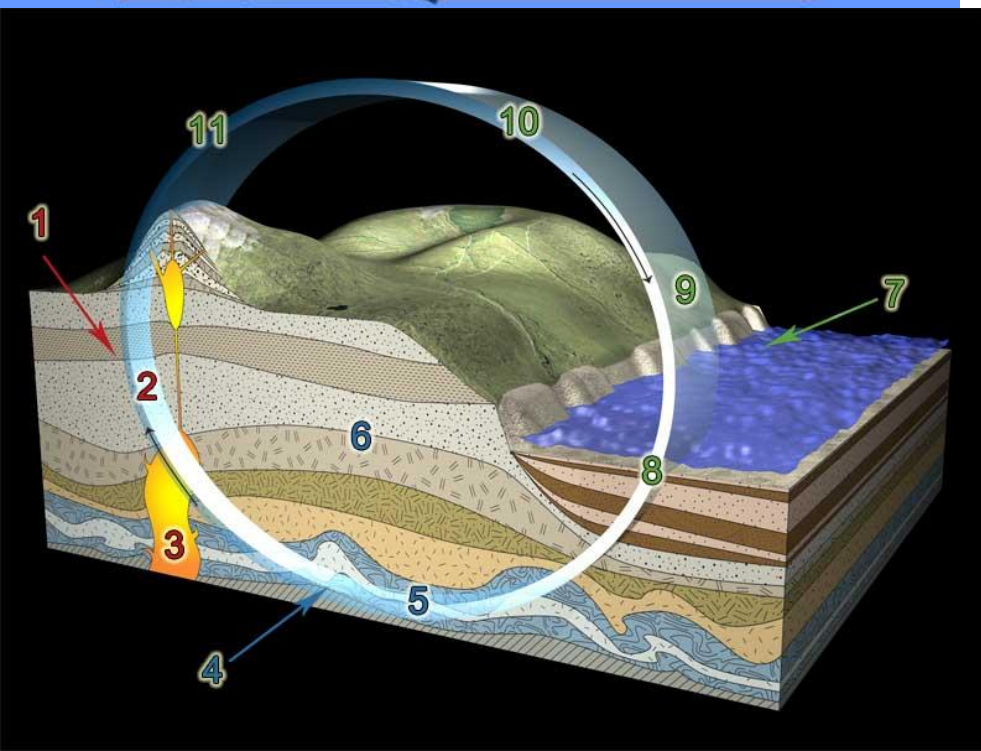
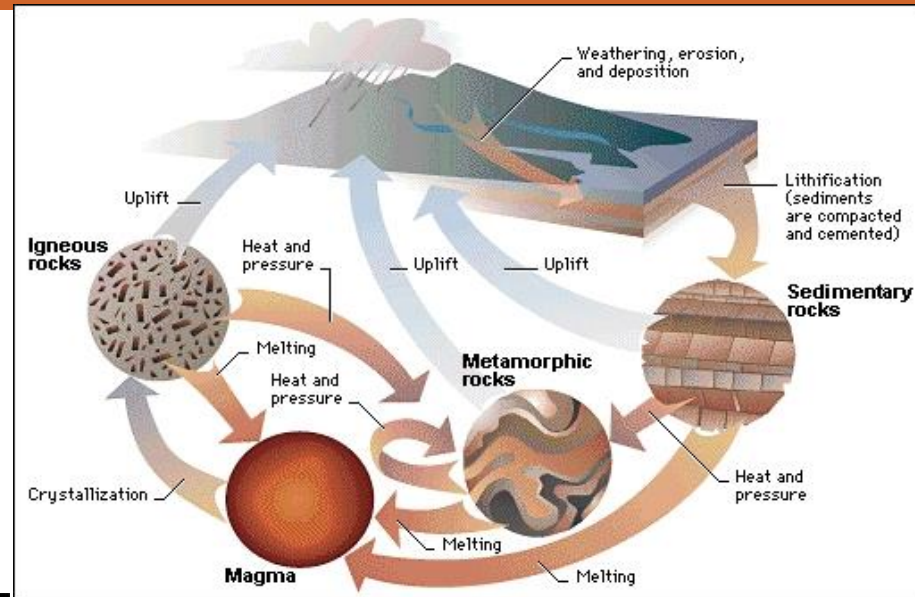
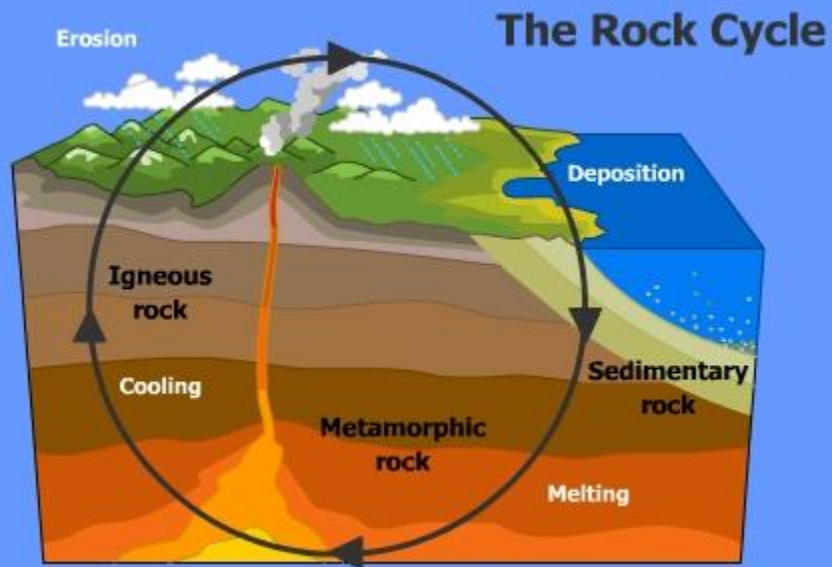
НЕОДНОРОДНОСТЬ (МОЗАИЧНОСТЬ) ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



ЛИТОСФЕРА: ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ



ЛИТОСФЕРА: ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ



ЛИТОСФЕРА: ЭПОХИ ГОРООБРАЗОВАНИЯ

Зоны (зоно-темы)	Эры (эратемы)	Периоды (системы)	Начало млн. лет назад	Горообразова-ние
ФАНЕРОЗОЙ (570 млн. лет)	Кайнозой (66 млн. лет)	Антропоген	0,7	
		Неоген (25 млн. лет)	25 ± 2	
		Палеоген (41млн.лет)	66 ± 3	
	Мезозой (169 млн. лет)	Мел (66 млн. лет)	132 ± 5	
		Юра (53 млн. лет)	185 ± 5	
		Триас (50 млн. лет)	235 ± 5	
	Палеозой (340 млн. лет)	Пермь (45 млн. лет)	280 ± 10	
		Карбон (65 млн. лет)	345 ± 10	
		Девон (55 млн. лет)	400 ± 10	
		Силур (30 млн. лет)	435 ± 10	
		Ордовик (65млн.лет)	490 ± 10	
		Кембрий (80млн.лет)	570 ± 20	
КРИПТОЗОЙ (св. 3000 млн. лет)	Протерозой (св.2000млн.лет)		2600 ± 100	
	Архей (св.1000млн.лет)		св. 3500	

ЭПОХИ СКЛАДЧАТОСТИ

АЛЬПИЙСКАЯ

МЕЗОЗОЙСКАЯ
(Киммерийская)

ГЕРЦИНСКАЯ

КАЛЕДОНСКАЯ

БАЙКАЛЬСКАЯ



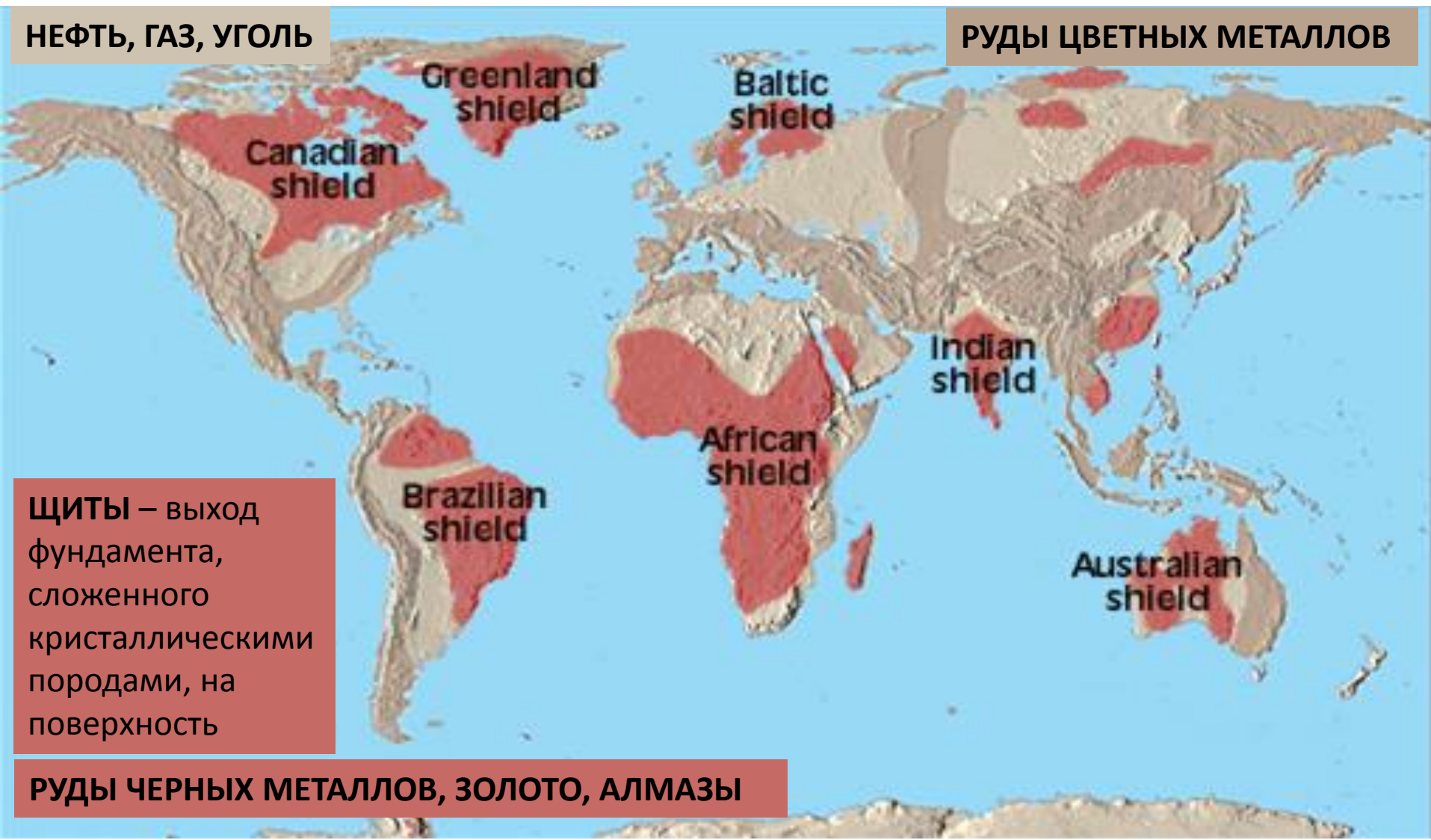
ЛИТОСФЕРА: ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ

ПЛИТЫ – участок земной коры в пределах платформы, складчатое основание которого покрыто слоем осадочных пород

СКЛАДЧАТЫЕ ОБЛАСТИ – участок земной коры, в пределах которой слои горных пород смяты в складки

НЕФТЬ, ГАЗ, УГОЛЬ

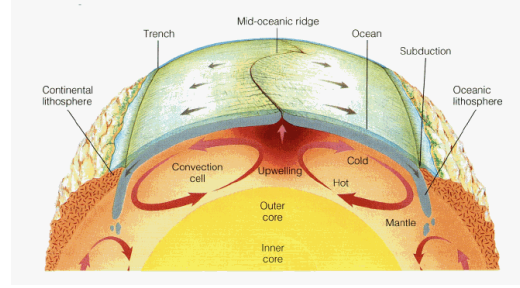
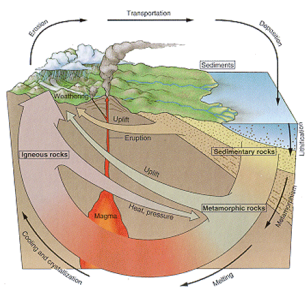
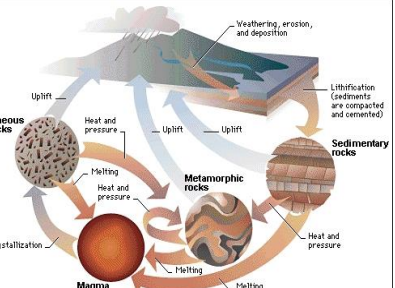
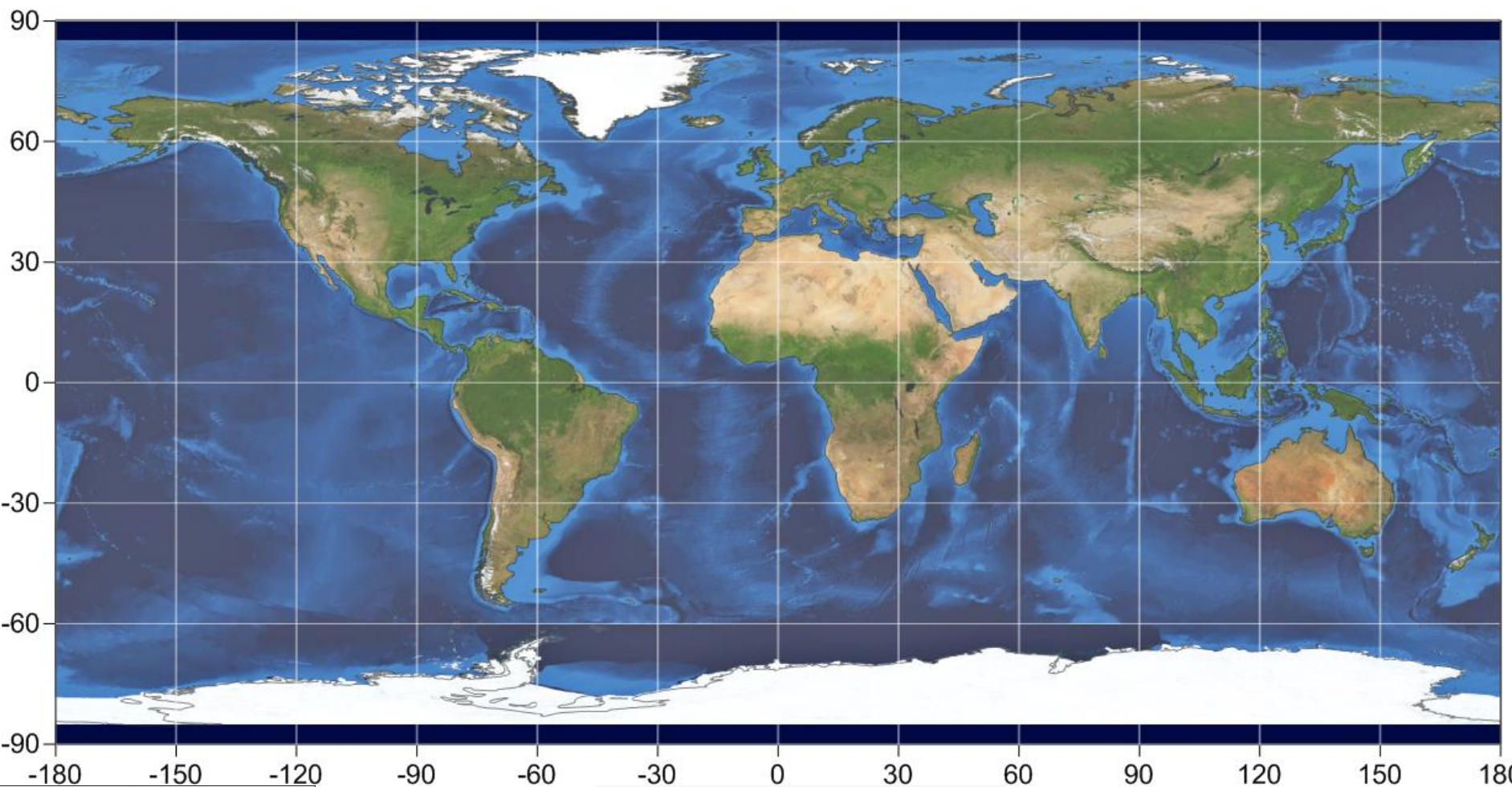
РУДЫ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ



ЩИТЫ – выход фундамента, сложенного кристаллическими породами, на поверхность

РУДЫ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ, ЗОЛОТО, АЛМАЗЫ

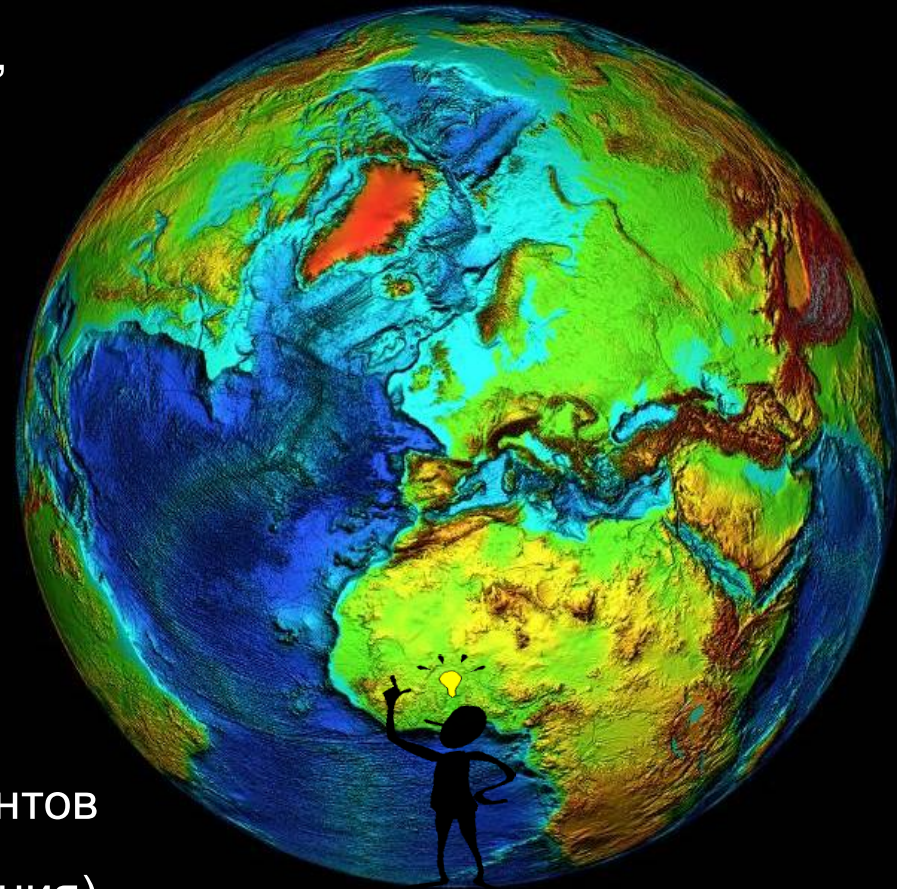
НЕОДНОРОДНОСТЬ (МОЗАИЧНОСТЬ) ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ



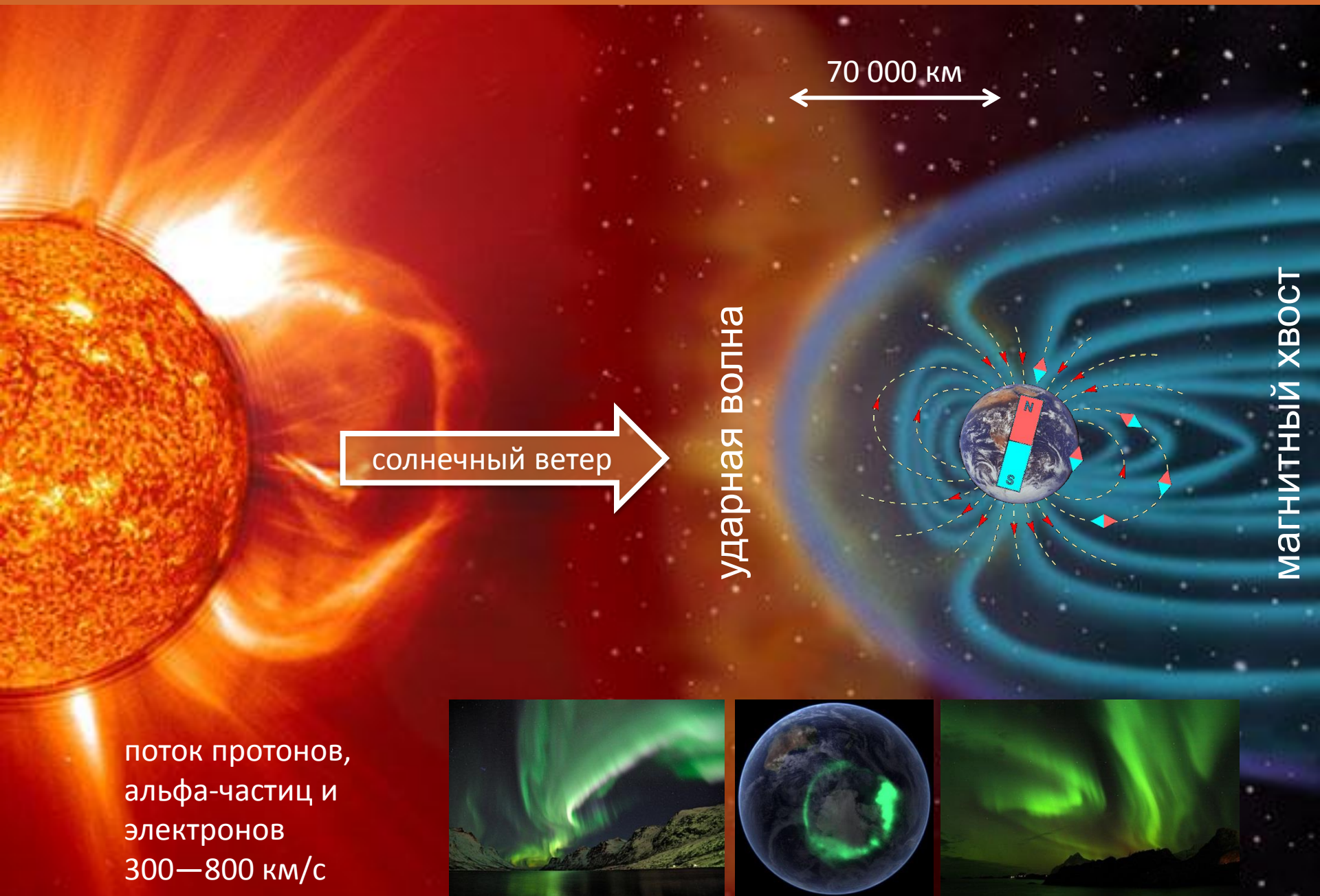
ЛИТОСФЕРА: ИТОГИ

ЛИТОСФЕРА (от греч. λίθος — камень и σφαῖρα — шар, сфера) — твёрдая оболочка Земли. Состоит из **земной коры** и **верхней части мантии**, до астеносферы

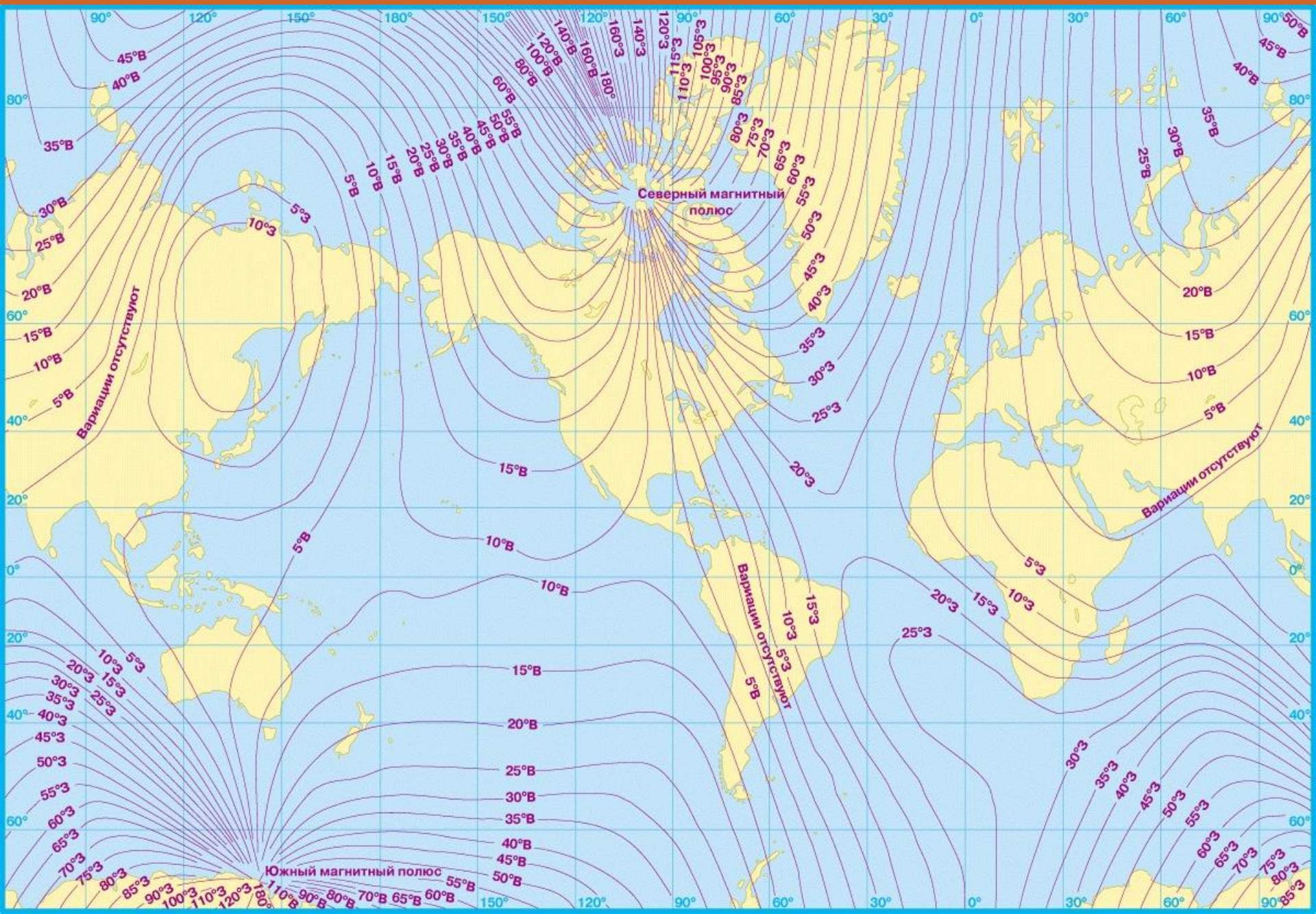
- НЕОДНОРОДНА (рельеф, строение, отложения, динамика)
- Мощность 35-75 км (континентальной) и 7 км (океаническая)
- Литосферные плиты (платформы), 14 крупных — 90%. Плавают по астеносфере. Внутри спокойно, по краям движение: спрединг, рифтинг, коллизии, субдукция
- Тектоника литосферных плит, конвекция в мантии, дрейф континентов
- Эпохи складчатостей (горообразования)
- Геологический круговорот (магматические — осадочные — метаморфические — магматические породы). Полезные ископаемые.



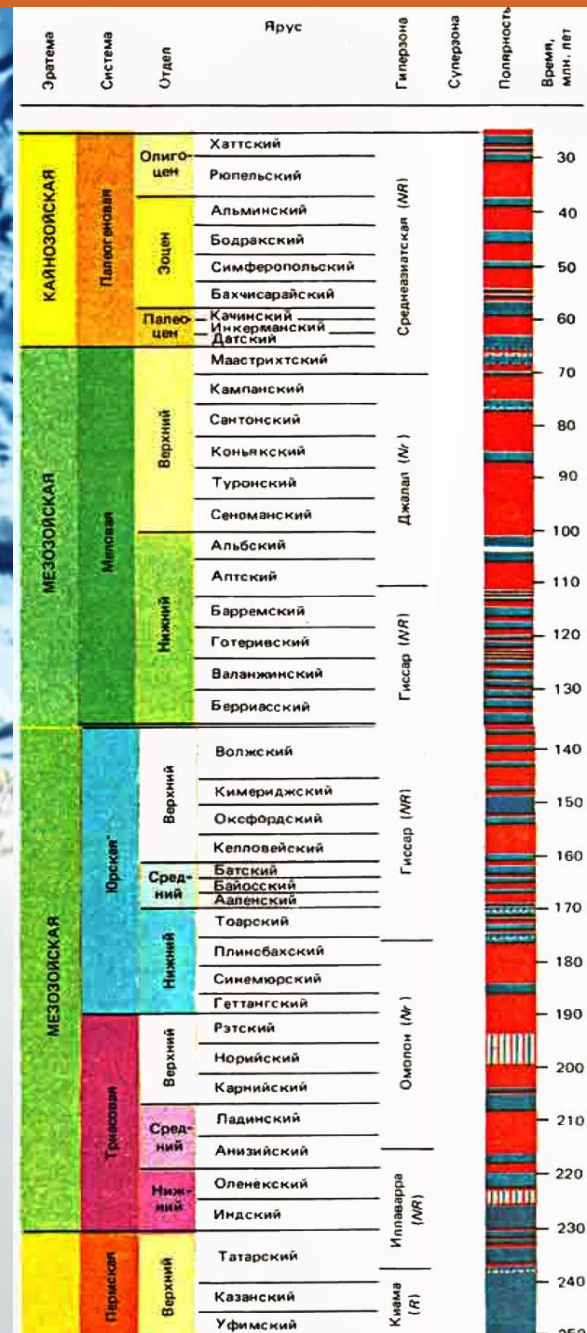
МАГНИТОСФЕРА



МАГНИТОСФЕРА: карта изогон



МАГНИТОСФЕРА



ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЗЕМЛИ: ФАКТЫ

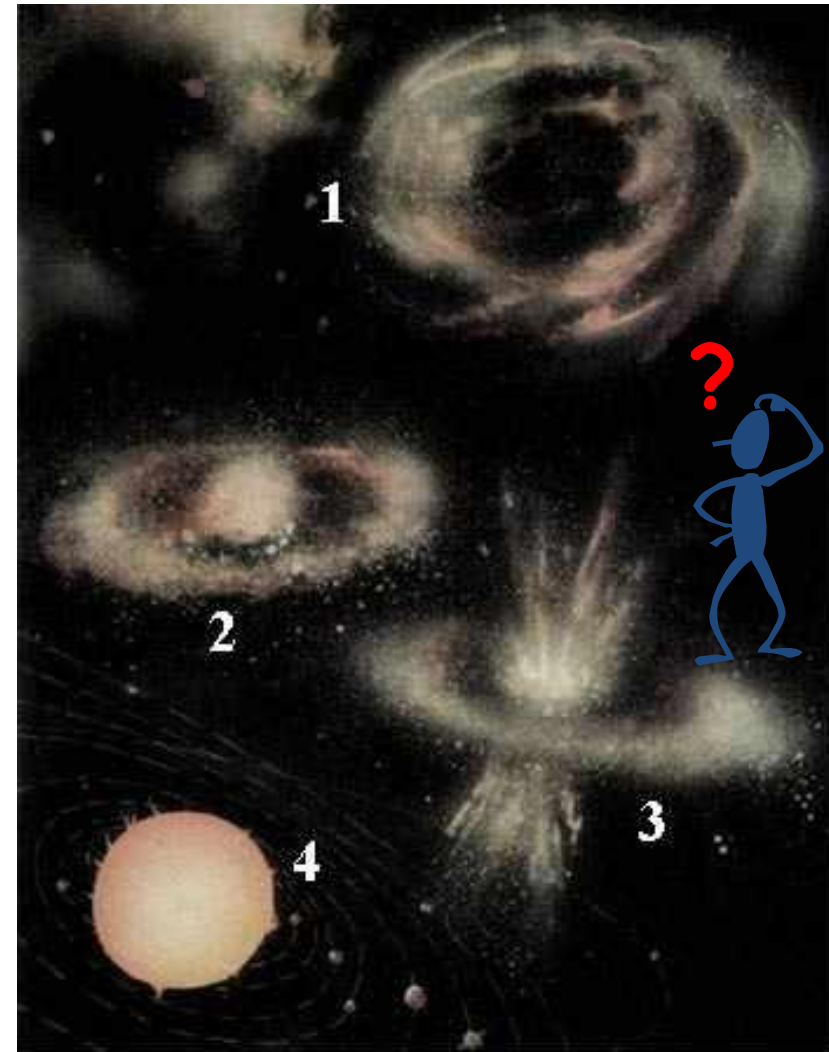
- орбиты всех планет близки к круговым
- лежат в одной плоскости, совпадающей с экваториальной плоскостью Солнца
- массы планет составляют 2% массы Солнца
- обладают 98% момента импульса (кол-ва движения)
- направление обращения вокруг Солнца одинаково для всех планет (Венера, Уран) и совпадает с направлением вращения Солнца и вращением вокруг собственных осей
- две группы планет, различающиеся размером, плотностью и составом



НЕБУЛЯРНАЯ ГИПОТЕЗА

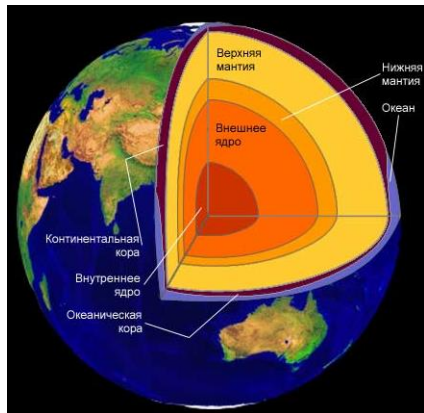
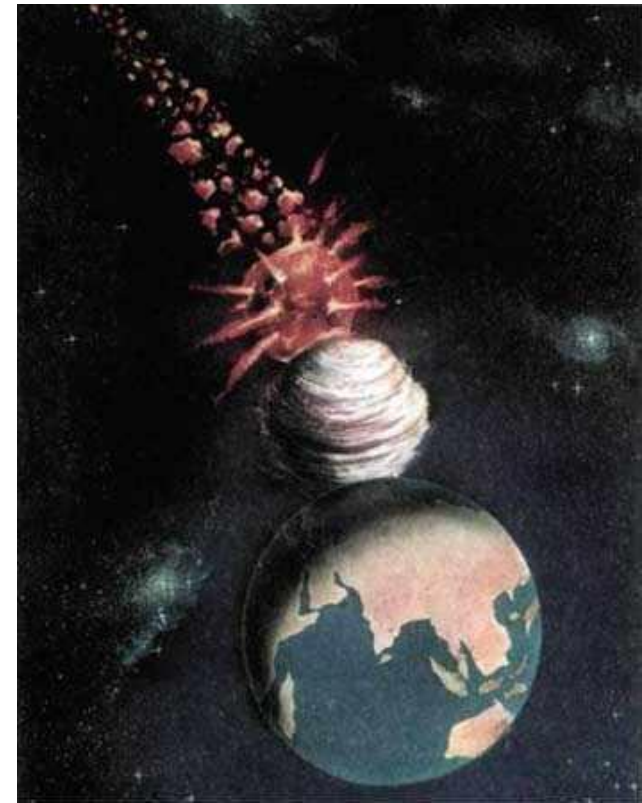
1. газопылевое облако (первичные водород и гелий, вторичные тяжёлые элементы оставшиеся после звёзд предыдущих поколений). Медленное вращение.
2. Спонтанное уплотнение части облака и гравитационное сжатие: размеры уменьшаются, температура вещества и скорость вращения растут
3. При температуре несколько тысяч градусов центр протозвезды начинает «светиться». В холодной периферии развиваются уплотнения - локальные гравитационные центры формирования планет из вещества протопланетного диска (4,6 млрд. л.н.)
4. При температуре миллионы градусов начинаются термоядерные реакции (звезда главной последовательности). Во внешней области – планеты, вращающиеся вокруг Солнца в одной плоскости и одном направлении

предложена в XVIII веке
Эммануилом Сведенборгом,
Иммануилом Кантом и Пьером-
Симоном Лапласом



АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ГИПОТЕЗЫ

1. Горячее Солнце выбросило из себя часть вещества в результате
 - Гравитационного (приливного) притяжения близкой звезды (Дж. Джинс)
 - Столкновения с другой звездой (С. Арениус)
 - Взрыва в результате смены режима термоядерного синтеза (В.Г. Фесенков, Дж. Даврвин, А.М. Ляпунов)
2. Слипание метеоритного роя с последующим разогреванием



КОНДЕНСАЦИЯ ЗЕМЛИ

При высоких температурах около Солнца сначала конденсировались тугоплавкие элементы и их соединения (железоникельный сплав), потом - летучие (силикаты)

ЧТО НУЖНО ЗНАТЬ

ФОРМА ЗЕМЛИ

размеры? кто, когда, как доказал? следствия? тенденции?

ДВИЖЕНИЯ ЗЕМЛИ

вокруг галактики, Солнца, своей оси,

СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

химсостав, оболочечное строение,

ПРОИСХОЖДЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ И ЗЕМЛИ

факты и существующие гипотезы

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

1. **Как** мы изучаем внутреннее строение Земли?
2. Какие **слои** выделяются во внутреннем строении Земли, на каких глубинах?
3. Каковы основные **свойства** внутренних слоев Земли?



ВОПРОСЫ ?



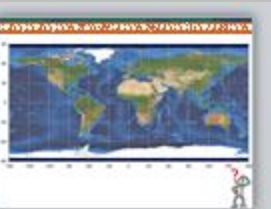
1



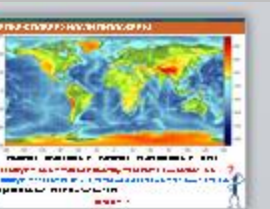
2



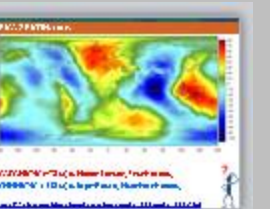
3



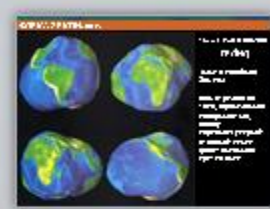
4



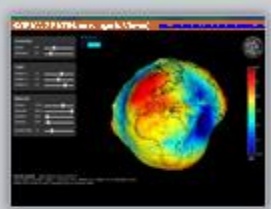
5



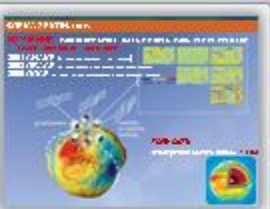
6



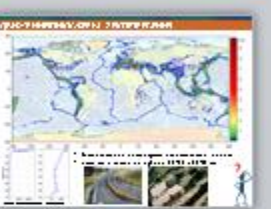
7



8



9



10



11



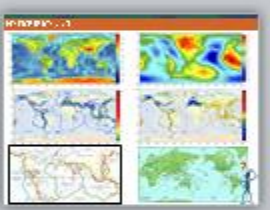
12



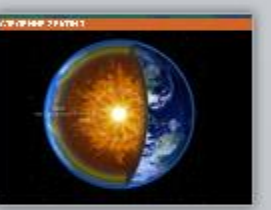
13



14



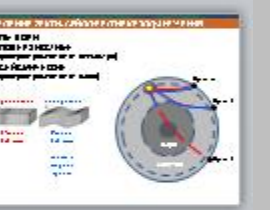
15



16



17



18



19



20



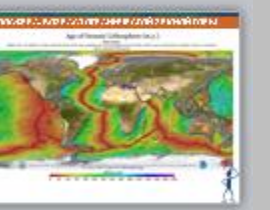
21



22



23



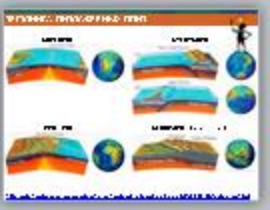
24



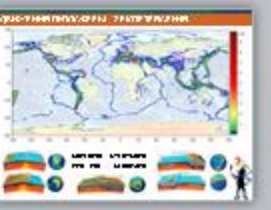
25



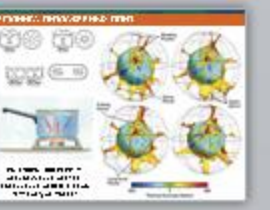
26



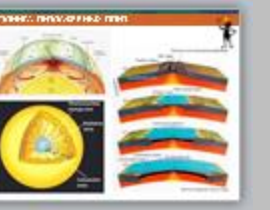
27



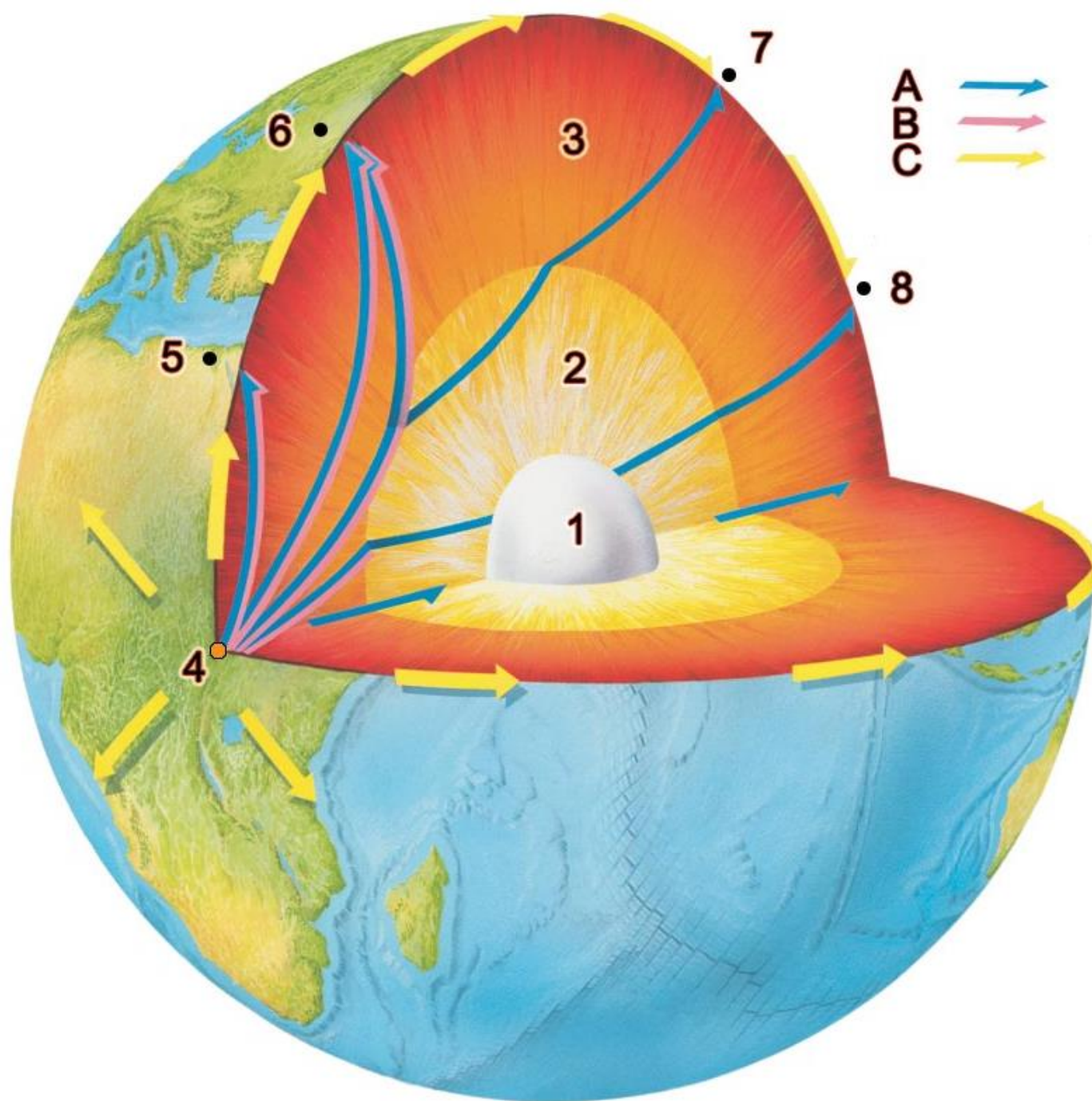
28



29



30



ДОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ (4,6 -4,5 млрд. лет);

