Концепции современного естествознания
Лекция 9 11 апреля 2009

Чем Земля лучше Марса?

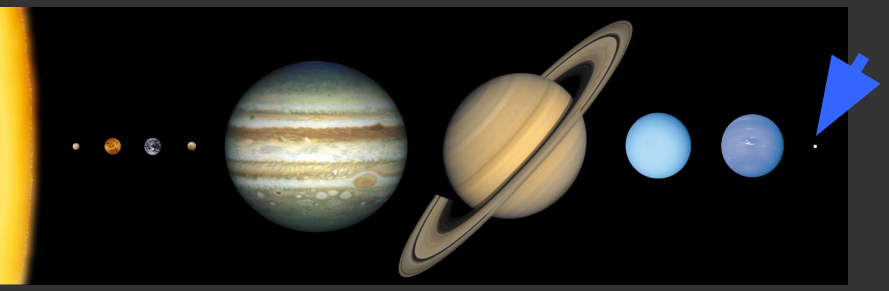
М.А. Волошина НГУ 2009

Астероиды и кометы

Два пояса астероидов:

1 – между орбитами Марса и Юпитера

2 – пояс Койпера за Нептуном



Пояс Койпера

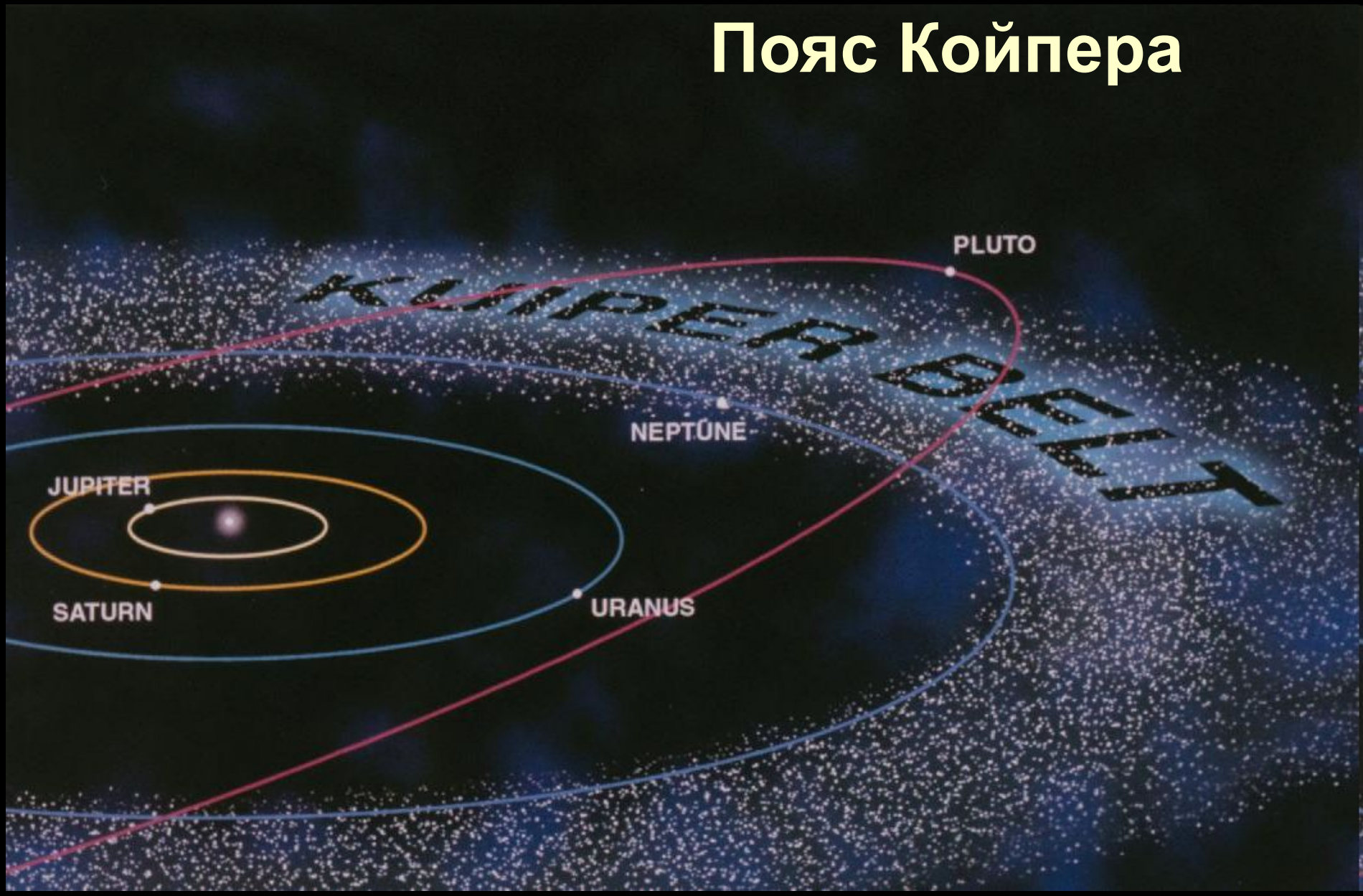
Пояс астероидов за орбитой Нептуна

от 40 до 100 а.е.

~ 35 000 объектов Ø 100 км и более

Ледяные тела, кометы

Пояс Койпера



100 а.е.

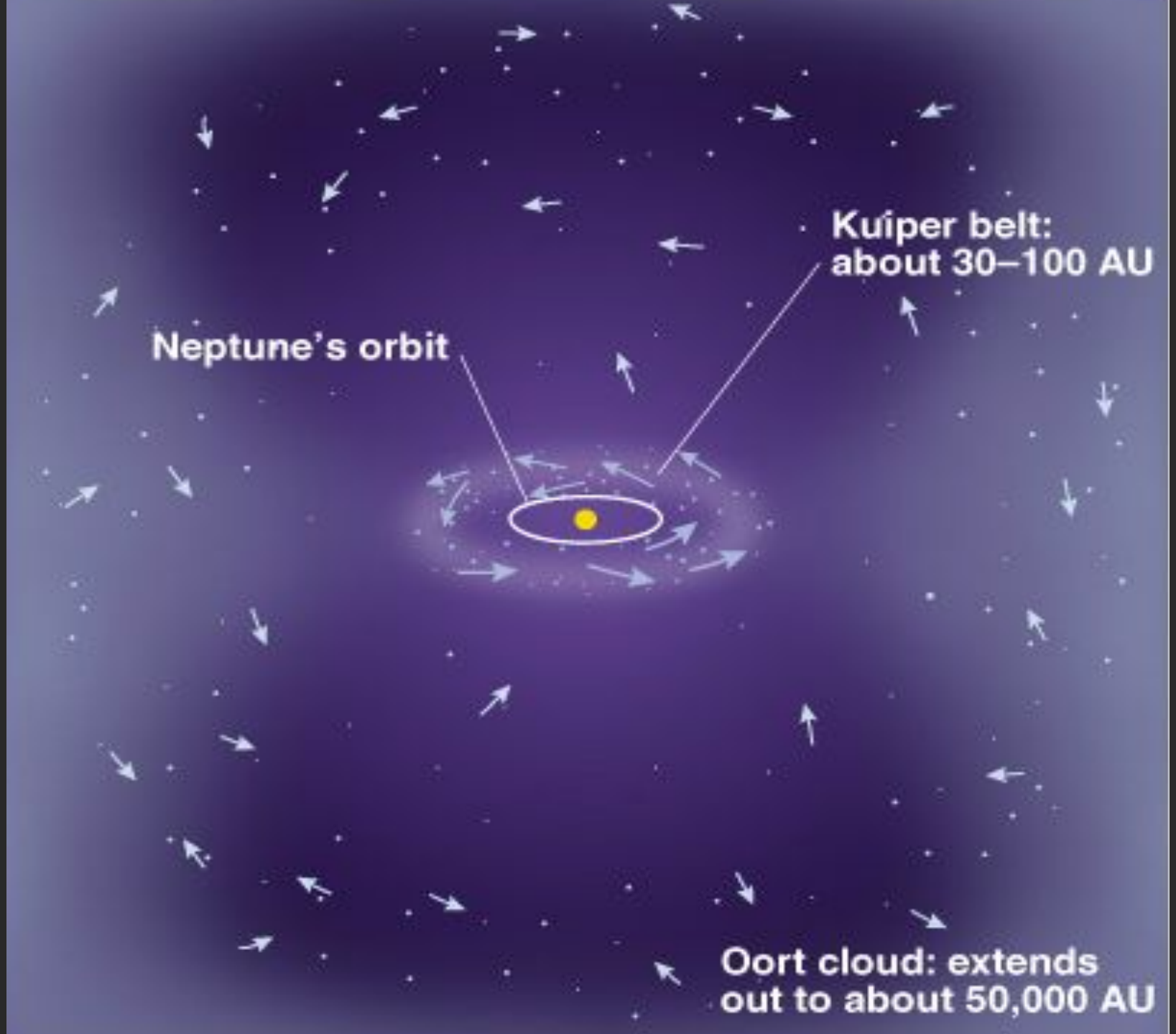
Крупнейшие объекты пояса Койпера

Земля R ~ 6 400 км

Облако Оорта – граница Солнечной системы

В 50-е годы датский астроном Ян Оорт заметил, что афелии (самые удаленные от Солнца точки) орбит многих комет заключены в большом сферическом облаке вокруг Солнечной системы.

Граница облака Оорта – **50-100 000** а.е. – почти световой год


Kuiper belt:
about 30–100 AU
Neptune's orbit
Oort cloud: extends
out to about 50,000 AU

Облако Оорта

СЕДНА, возможно, принадлежит к облаку Оорта.
Большая полуось орбиты – 940 а.е. Год – 11 500 лет
Размер немного меньше Плутона

Кометы состоят в основном из льда и пыли.

Содержат железо-кремниевые включения

Ядро кометы Wild 2

Может ли Земля столкнуться с астероидом?

Вероятность оценивается
для астероидов

больше **1км** – 1 : **250 тысяч** лет

больше **10 км** – 1 : **100 миллионов** лет

След. Слайд – астероиды, пересекавшие орбиту Земли за 2 мес. 2002г.

Земля

Процесс образования планет условно разделен на два этапа.

На первом этапе – менее 1 млн. лет, из пылевого компонента облака образовалось множество промежуточных тел размером в сотни километров – **планетезимали**

На втором этапе планетезимали за счет гравитации сталкивались и образовывали планеты.

Энергия столкновений расплавляла их и делала планеты горячими.

Этот этап длился десятки миллионов лет – пока орбиты планет не были расчищены.

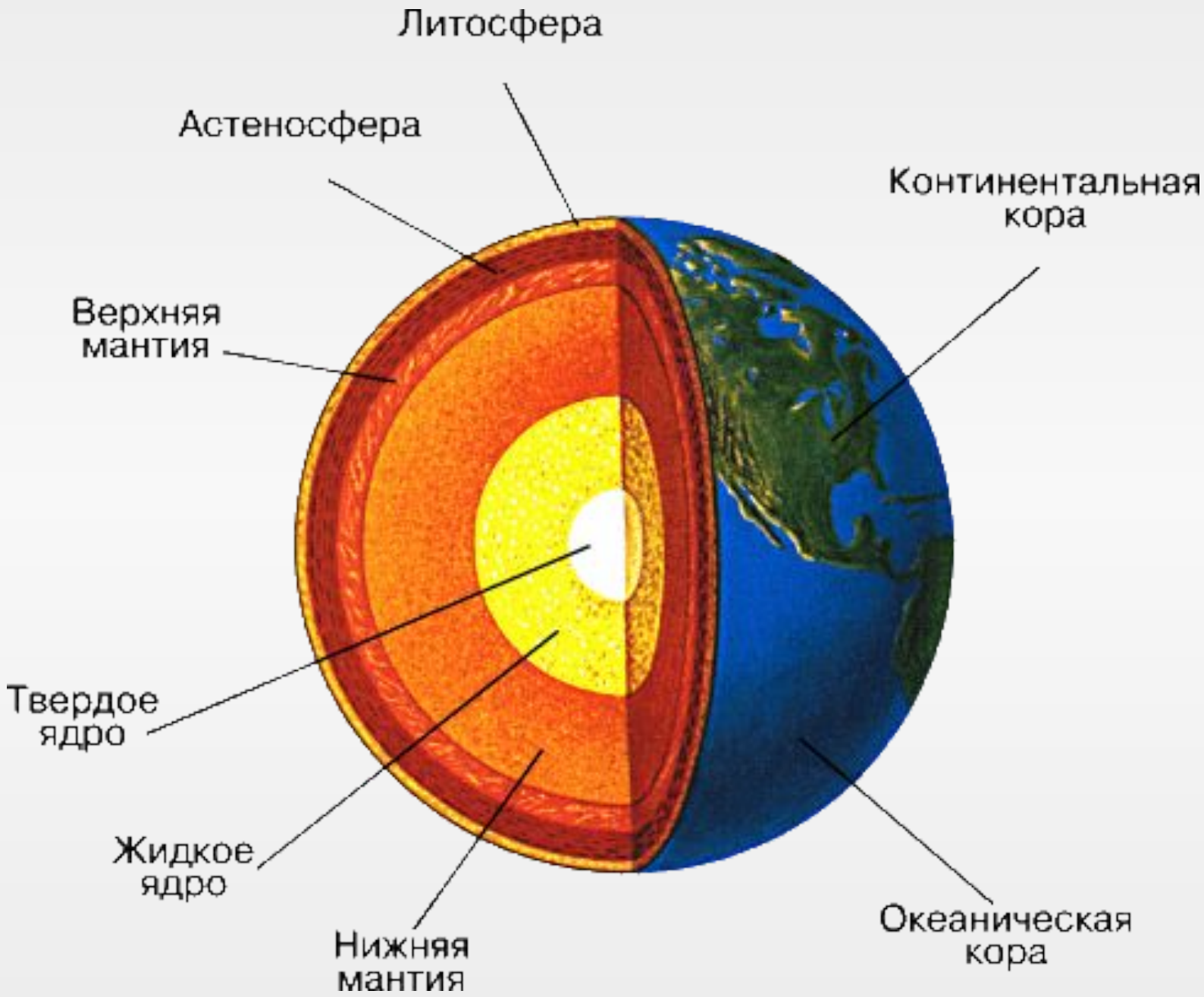
(c) ISAS/JAXA
Image: Koji Kanba

Планеты разогревались за счет энергии

1. **Столкновений**

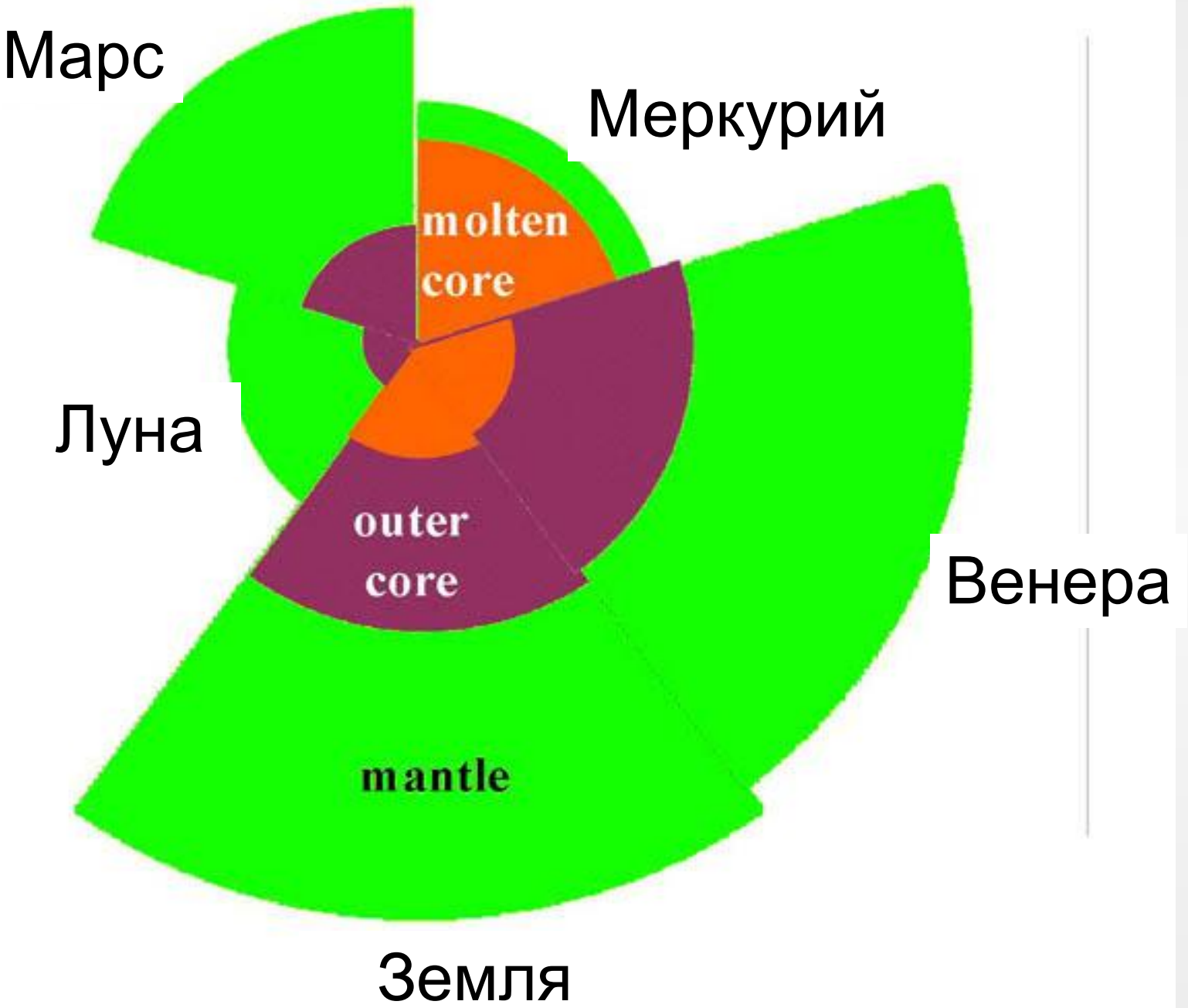
2. **Гравитационной конвекции** – тяжелые элементы опускались к центру, а легкие – поднимались на поверхность

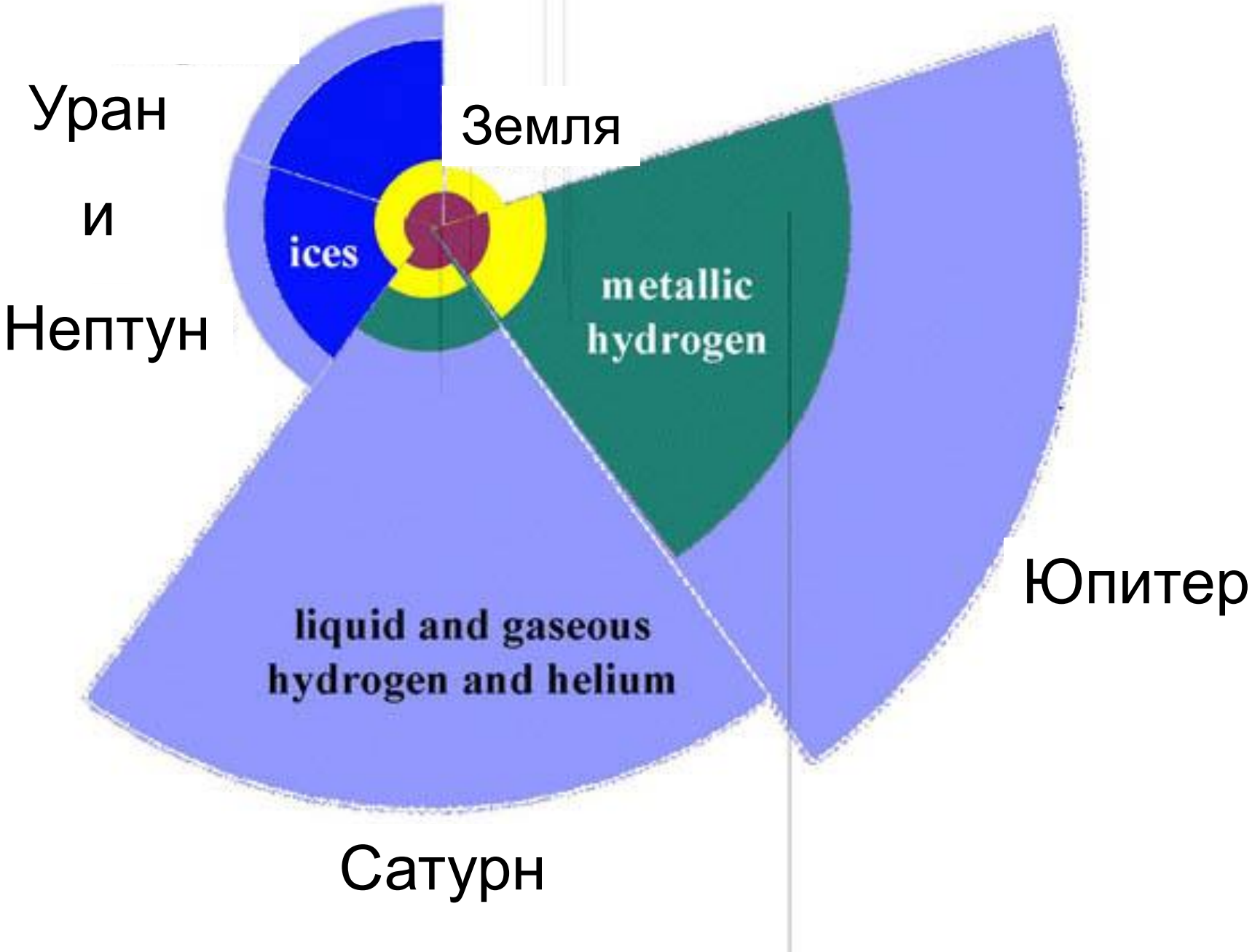
3. Распада **радиоактивных** элементов в недрах


Литосфера
Астеносфера
Континентальная кора
Верхняя мантия
Твердое ядро
Жидкое ядро
Нижняя мантия
Океаническая кора

Температура в центре железного ядра Земли до сих пор ~ **6 500 К** – больше, чем на поверхности Солнца

Внутреннее ядро твердое из-за высокого давления


Марс
Меркурий
molten
core
Луна
outer
core
Венера
mantle
Земля


Уран
и
Нептун
Земля
ices
metallic
hydrogen
Юпитер
liquid and gaseous
hydrogen and helium
Сатурн

Определение возраста Земли

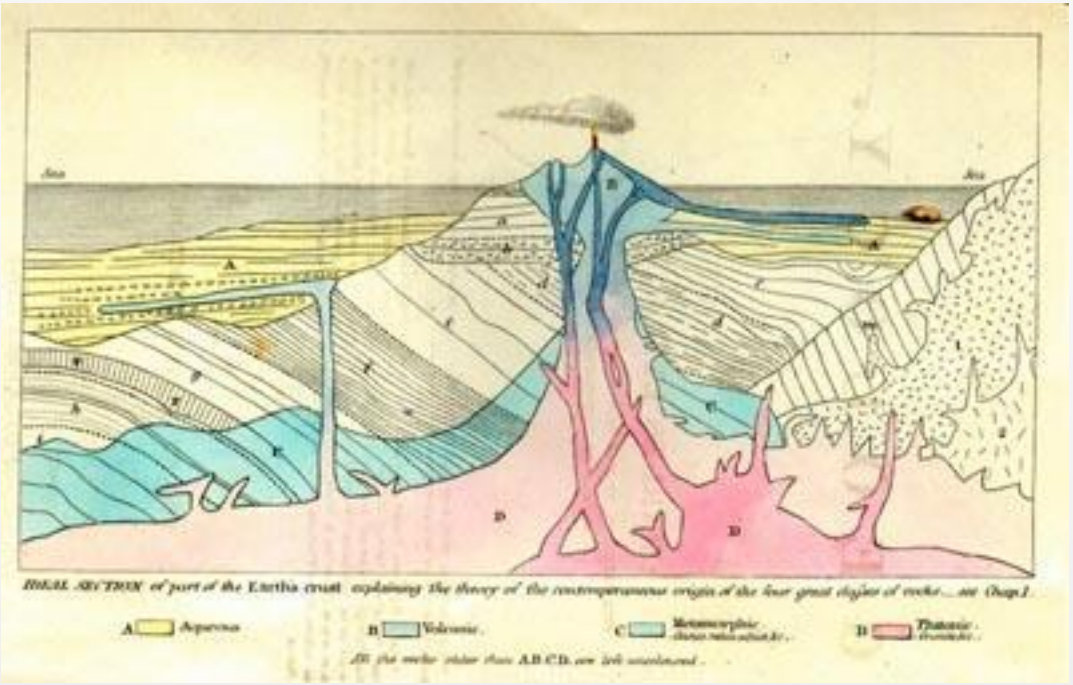
Принцип актуализма. (Чарлз Лайель, 1830)

Геологические процессы в прошлом должны были протекать примерно с той же скоростью, что и ныне.

Первый метод.

Лайель определял возраст **по толщине осадочных пород**

Время, необходимое для образования только тех пород, что доступны для прямого изучения, оказалось **несколько сотен миллионов лет**.



Основы геологии, 1830

Чарльз Лайель

Определение возраста Земли

Второй метод – **радиоизотопный**

(Эрнест Резерфорд, 1990-е)

- Основа: период полураспада изотопа не зависит от внешних условий.
- Датировку породы проводят одновременно по нескольким изотопам:

Уран и торий → свинец и гелий

Калий → аргон и кальций

Рубидий → стронций

Радиоизотопный метод определяет время, прошедшее с тех пор, как порода в последний раз была в **расплавленном состоянии**

Периоды полураспада используемых для датировок элементов

^{238}U – 4,51 млрд. лет

^{235}U – 0.710 млрд. лет

^{232}Th – 13,9 млрд. лет

^{40}K – 1.30 млрд. лет

^{14}C – 5 730 тыс. лет.

- Древнейшие породы на **Земле** – **4.2** млрд лет (недавно найдены в Австралии)
- Каменные **метеориты** – половина от **3.6** до **4.6** млрд. лет, остальные моложе (обломки планет и астероидов?)
- **Лунный** грунт – не менее **4.4** млрд
- Фаулер, Хойл, 1961: Последний космический ядерный синтез, повлиявший на состав протосолнечного вещества, мог произойти **4,7 + 0,1** млрд. лет назад.

- Возраст ЗЕМЛИ **4.6 млрд.лет**
- Среднее расстояние от Солнца **150 млн. км**
- Самое большое в Солнечной системе соотношение масс спутник : планета: **1 : 81** (выше только Харон / Плутон)
- Радиус ~ **6 400** км
- Масса ~ **$6 \cdot 10^{24}$** кг
- Средняя плотность **5.5** г/см^3
- Плотность коры **2.3** г/см^3

Существование очень плотного **ядра**

Рецепт Земли

железо – 32,1 %

кислород – 30,1 %

кремний – 15,1 %

магний – 13,9 %

сера – 2,9 %

никель – 1,8 %

кальций – 1,5 %

алюминий – 1,4 %

остальные элементы – 1,2 %.

Углерод (в коре) – 0.27%

Земля в Гадее

4.6 млрд. лет назад Земля была

- Быстро вращающейся, горячей – более **1000°** и безводной
- Продолжались бомбардировки кометами и астероидами
- Континентов нет
- Высокая вулканическая активность

Примерно через 200 млн. лет Земля остыла до температуры, когда могла существовать жидкая вода

Вода и атмосфера были

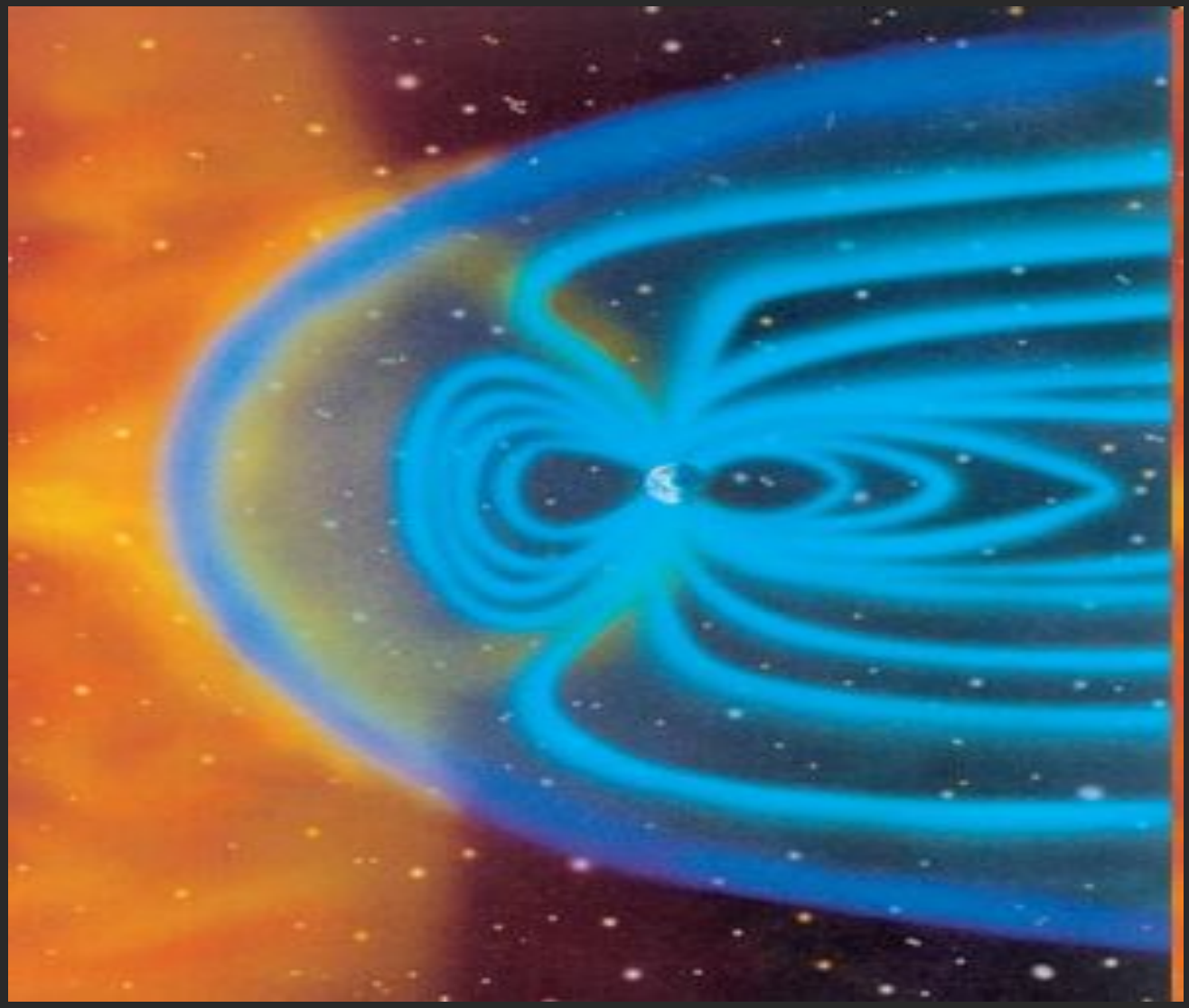
1) принесены кометами
2) пары вулканов

Гадей 4.6 – 4.0 млрд. лет назад

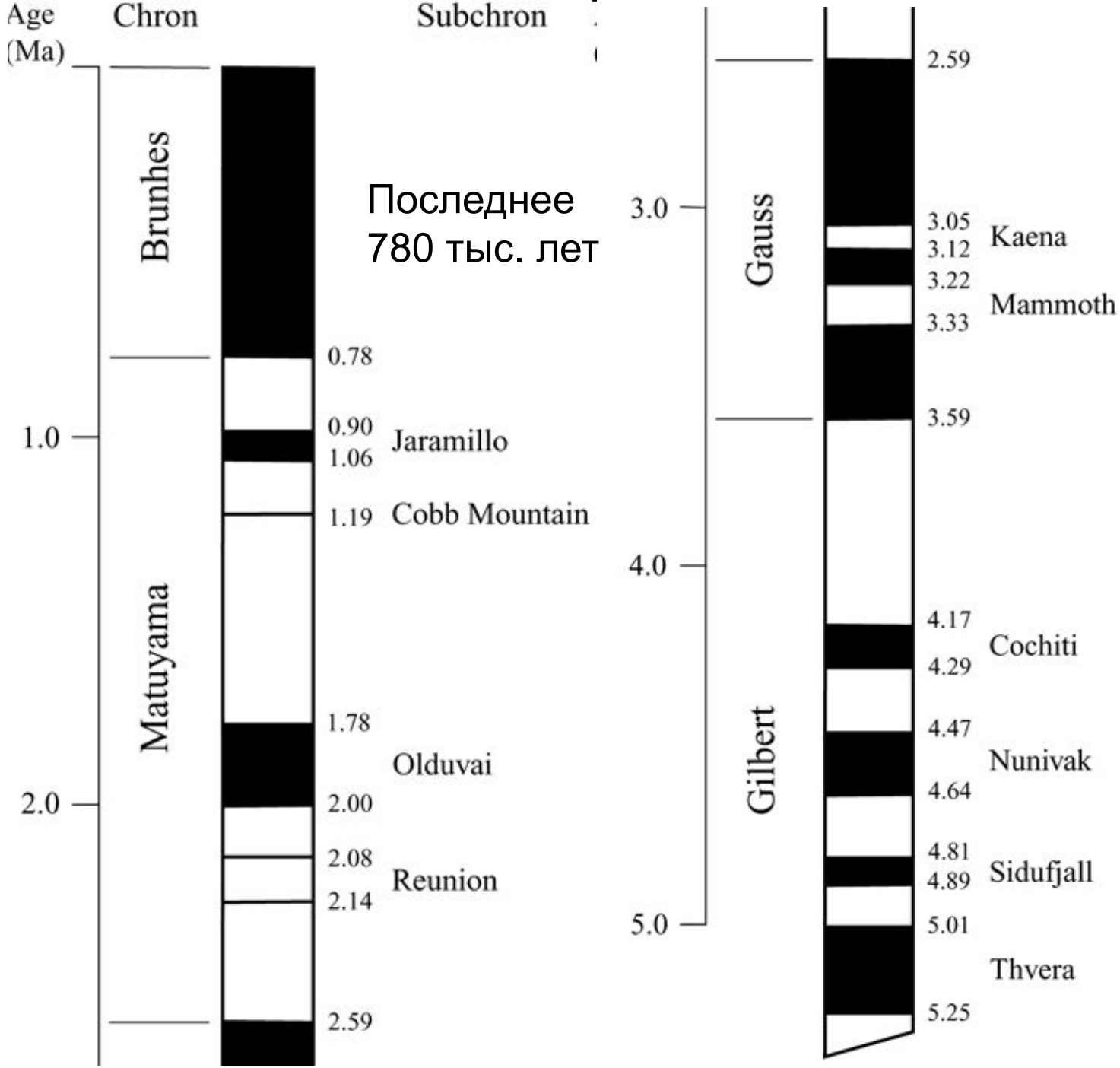
- Луна была гораздо ближе ~ 17 тыс.км (сегодня – 384 тыс. км)
- Сутки в гадее длились около **6 часов** (становятся длиннее ~ на 4 часа каждый миллиард лет)

Гипотеза возникновения Луны от столкновения Земли с другой протопланетой размером с Марс

4.5 млрд. лет назад – возраст лунных пород



Магнитное поле Земли – защита от солнечного ветра (потока ионов: гелиево-водородной плазмы)



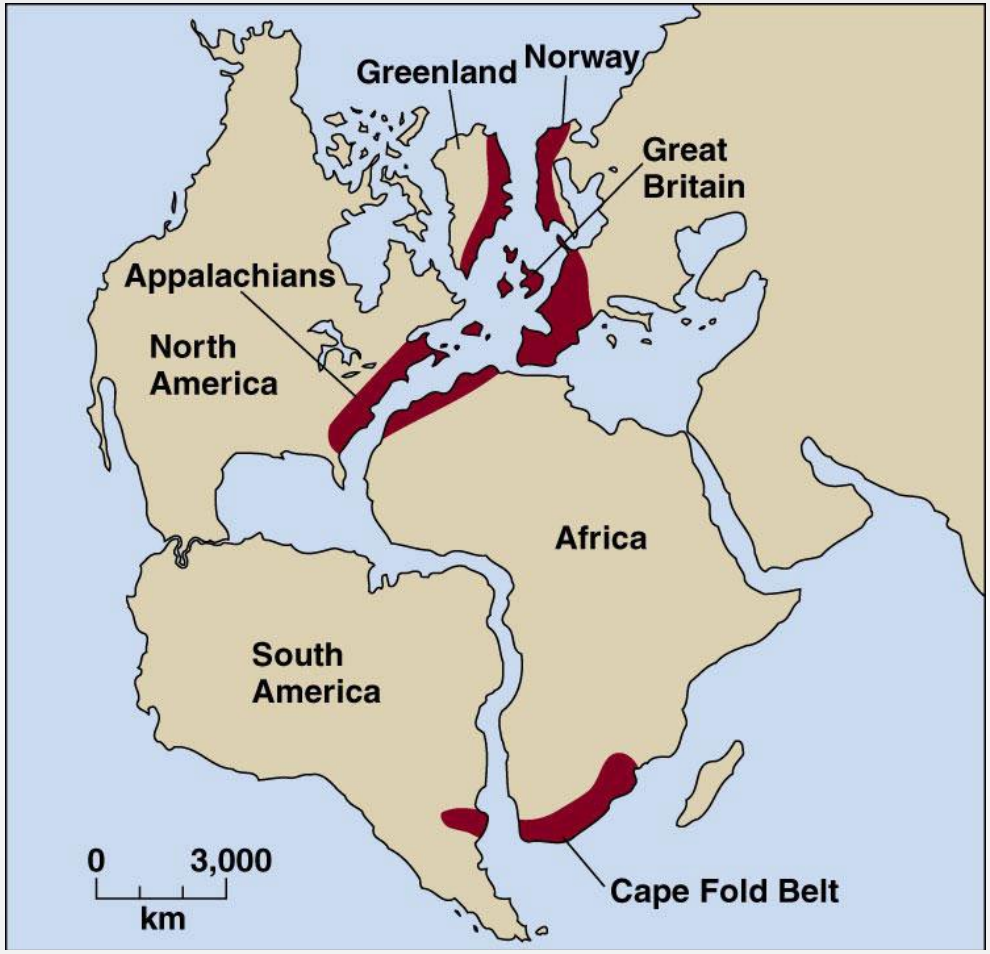
Последнее 780 тыс. лет

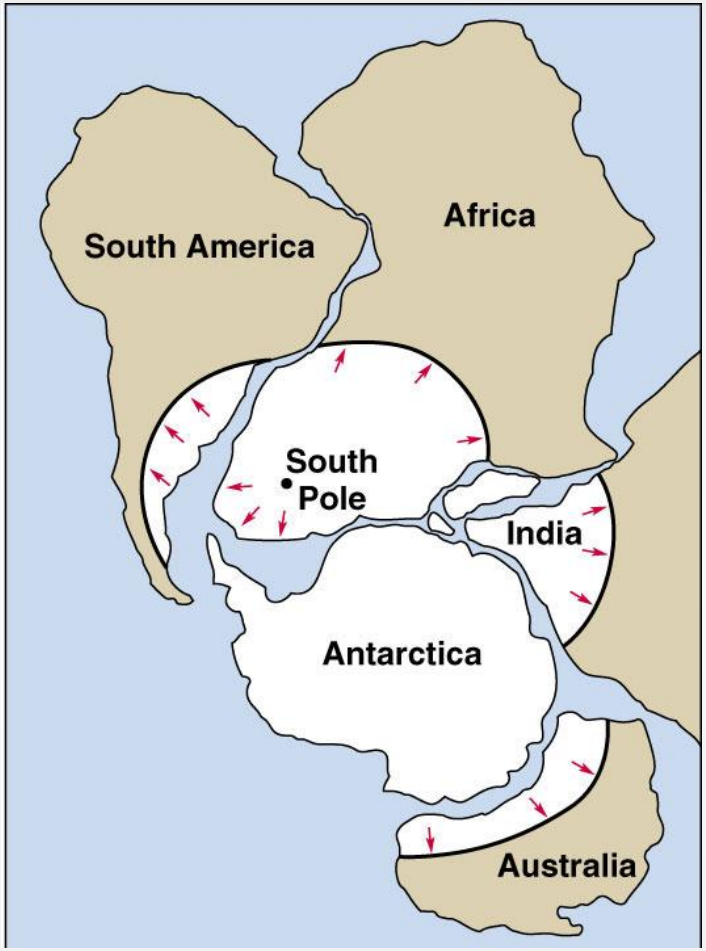
Инверсии магнитных полюсов за последние 5 млн.лет

Дрейф континентов (спрединг)

1912

Альфред Вегенер

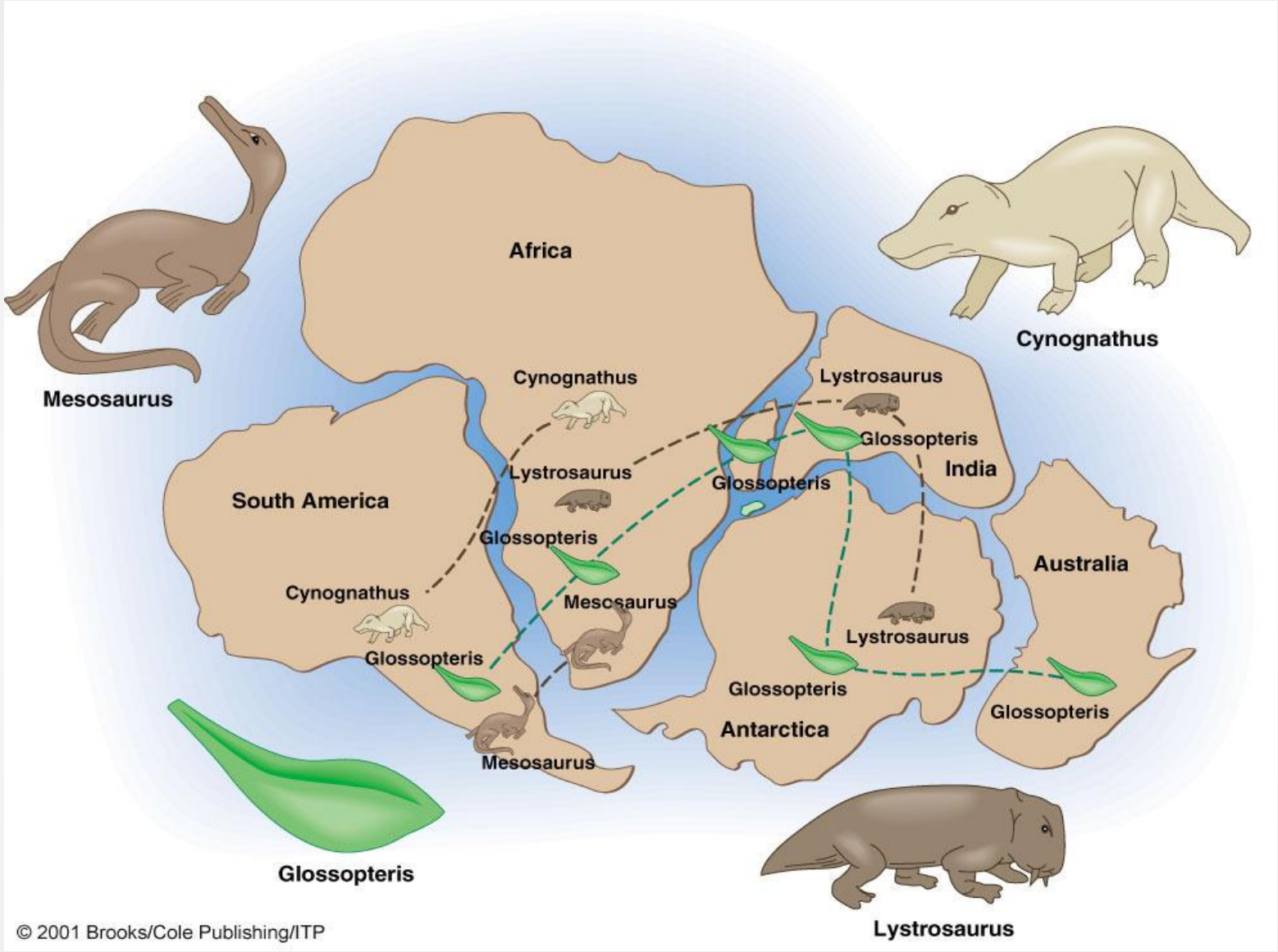




Горные цепи

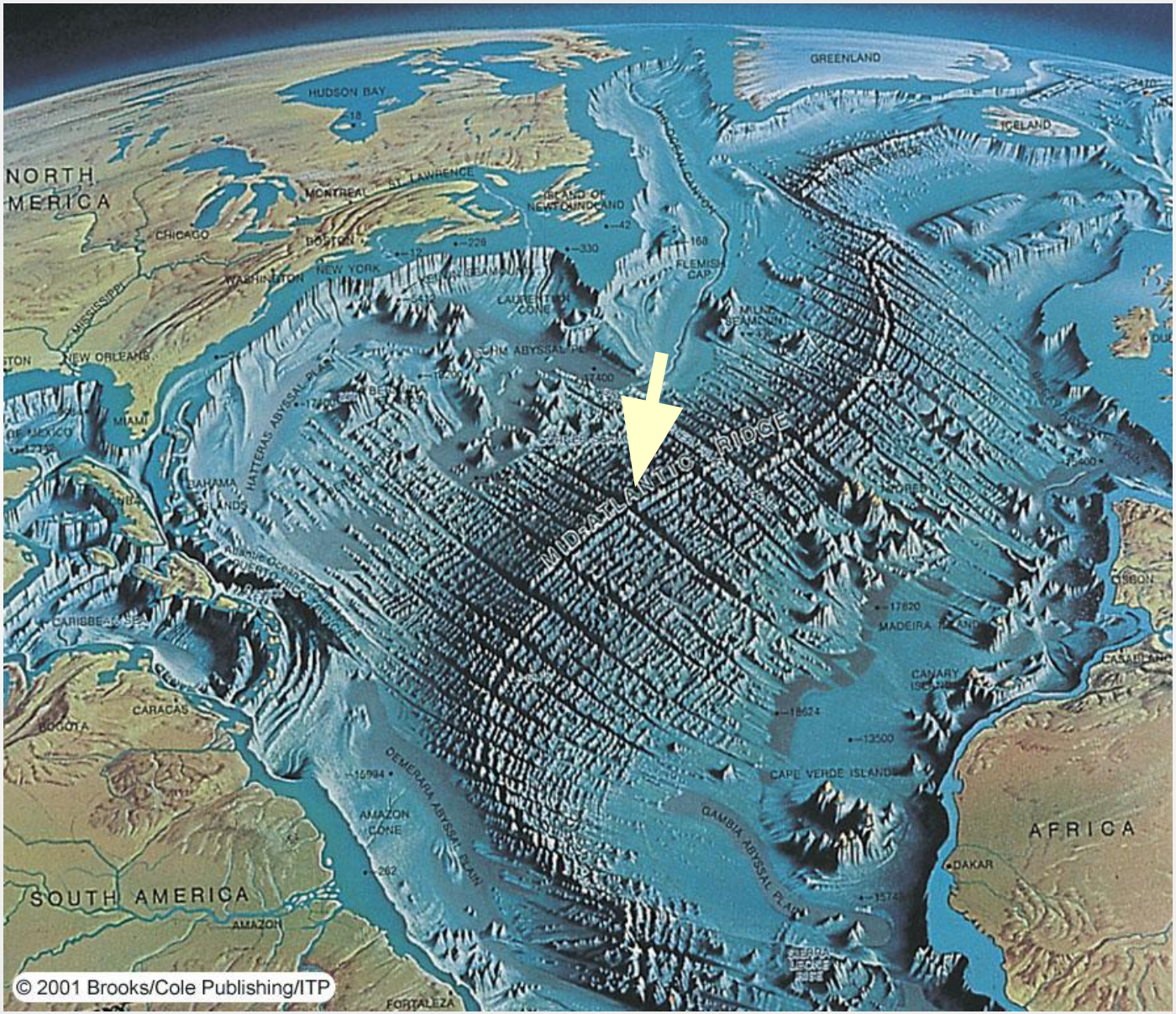
Следы древнего оледенения

Пангея 200 млн. лет назад

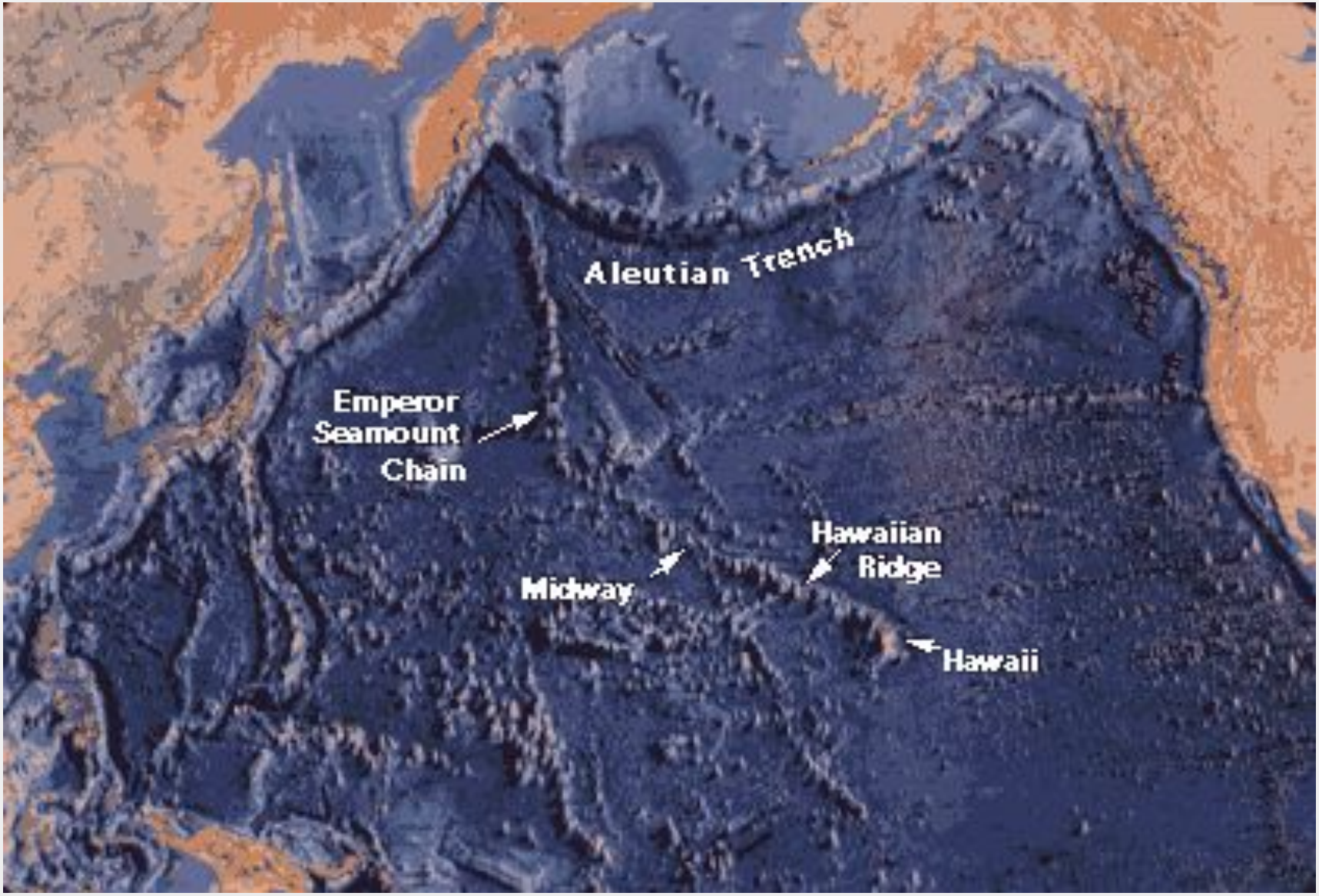


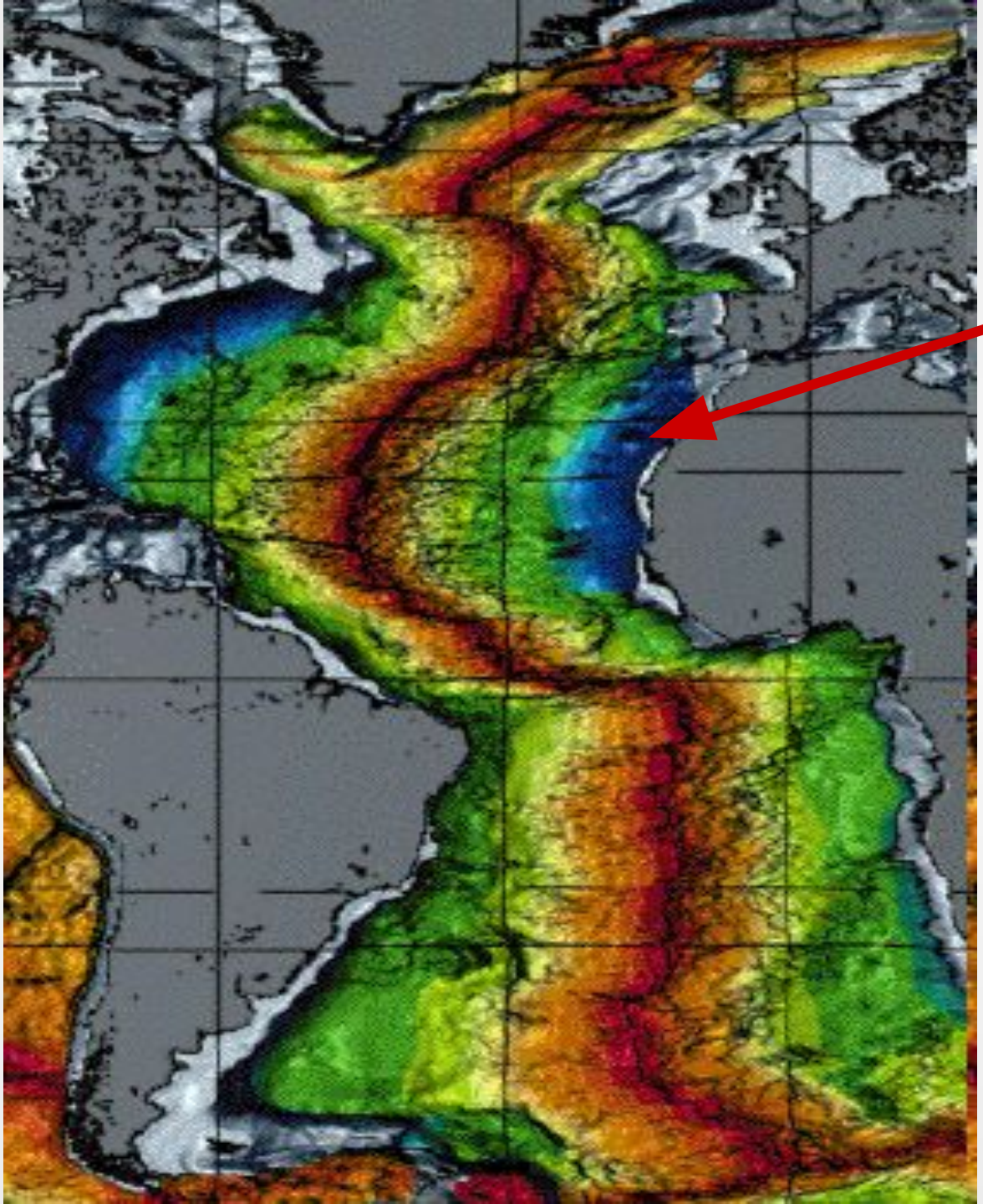
Ареалы ископаемых видов

Срединный Атлантический хребет



Тихоокеанские срединные хребты





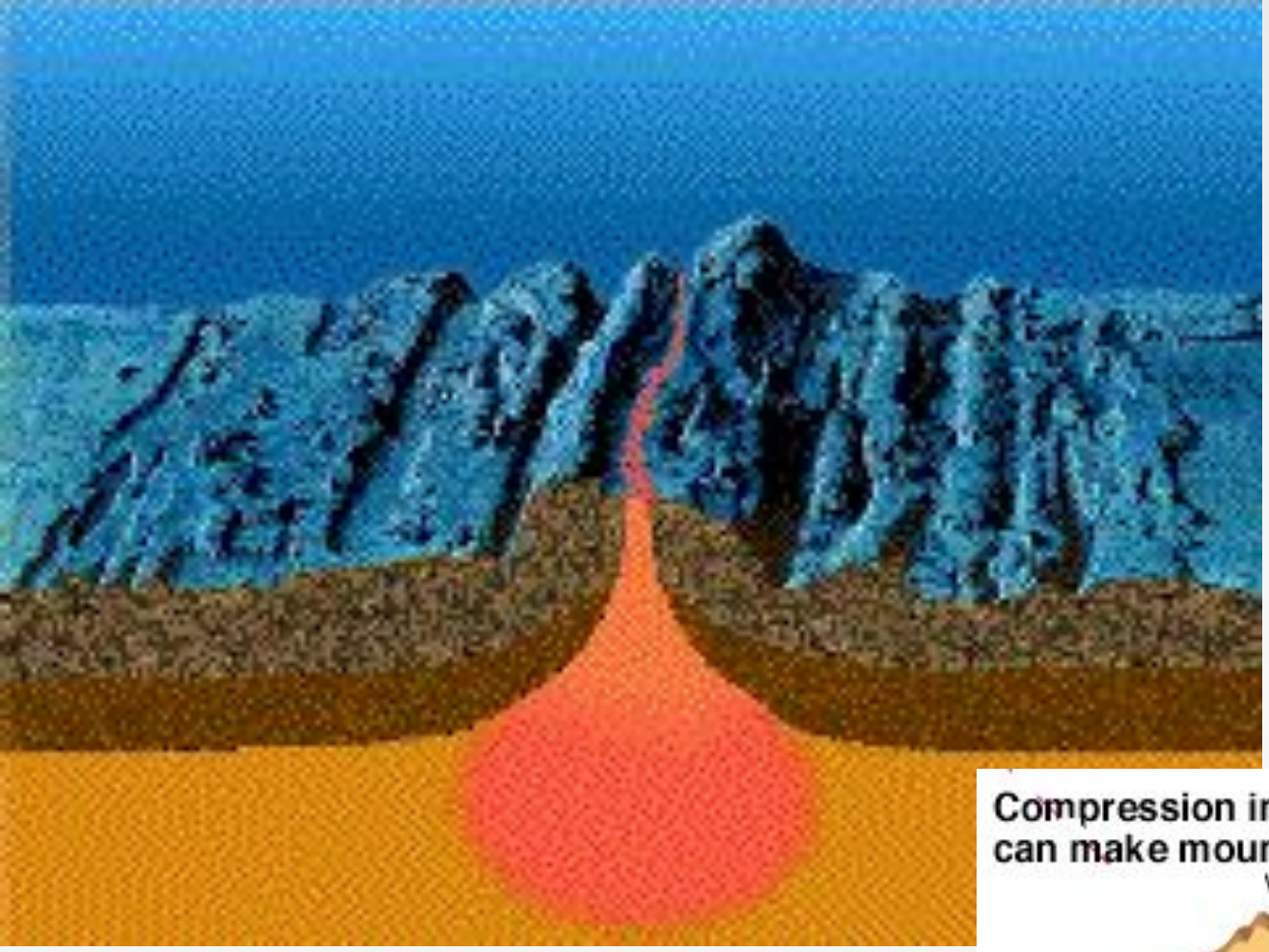
Самые старые участки океанической коры

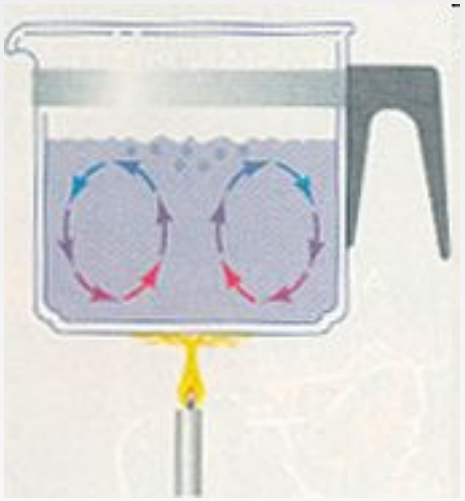
~ 200 млн. лет

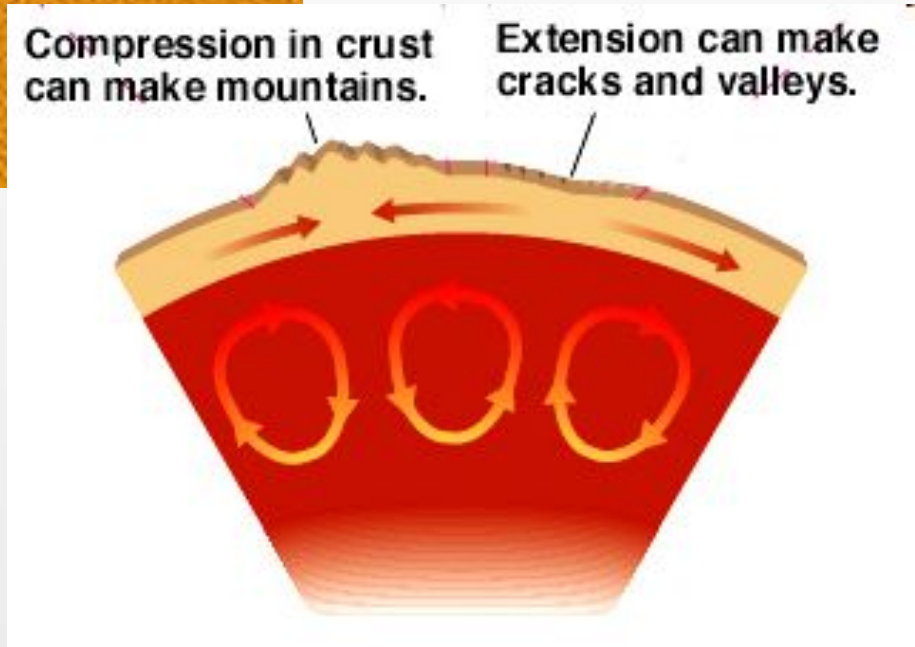
Скорость роста

1 см в год

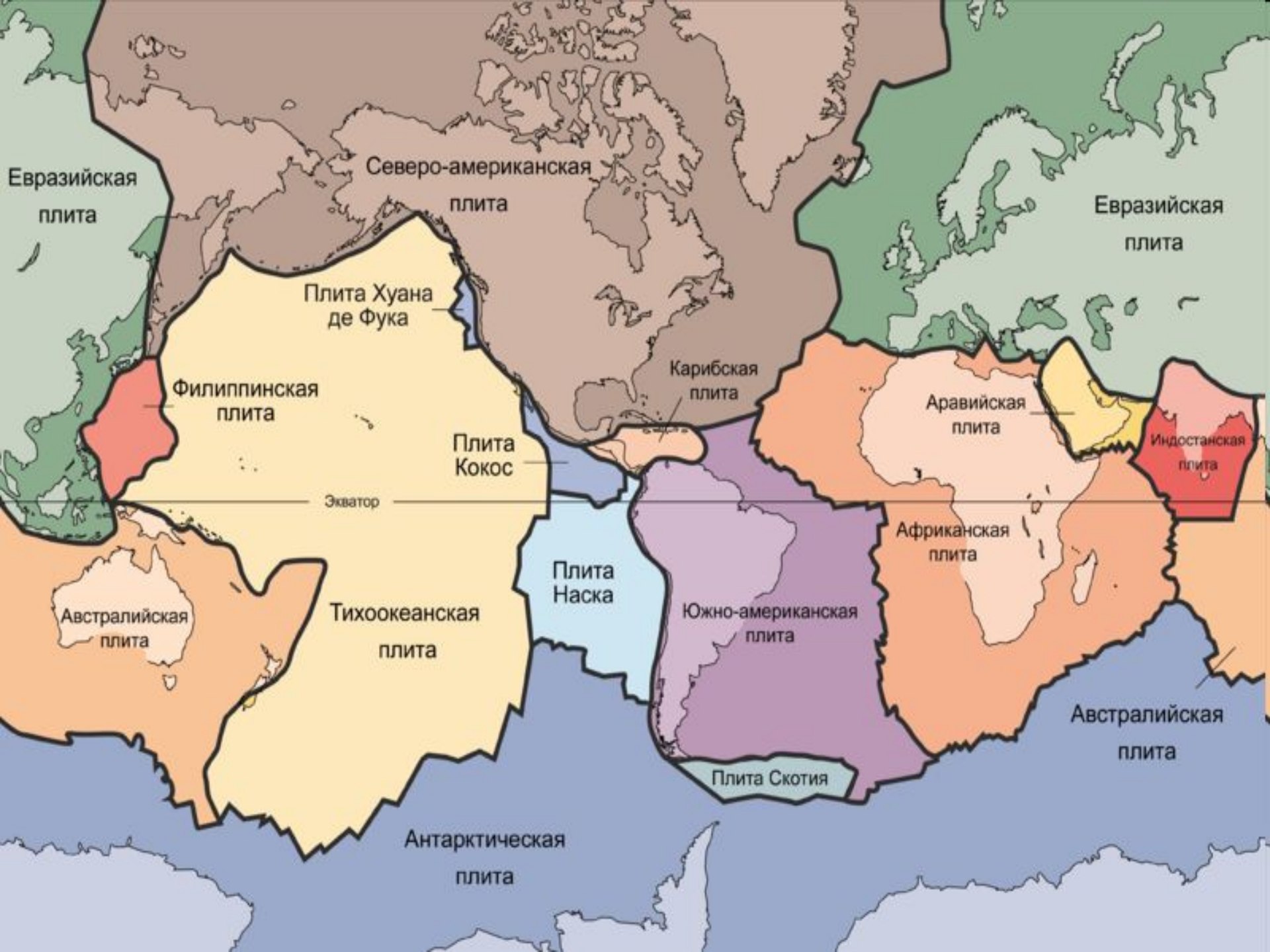
= 10 км за млн. лет







Сила двигающая плиты – **конвекция**


Евразийская плита
Северо-американская плита
Евразийская плита
Плита Хуана де Фука
Карибская плита
Филиппинская плита
Аравийская плита
Индостанская плита
Плита Кокос
Экватор
Африканская плита
Плита Наска
Южно-американская плита
Австралийская плита
Тихоокеанская плита
Австралийская плита
Плита Скотия
Антарктическая плита

Почему нет жизни на Марсе?

Граничные условия жизни

Рецепт жизни

1. **Жидкость** – среда для химических реакций
2. **Источник энергии**
3. **Набор химических элементов**

Все смешать, поместить на подходящую планету и выждать 100-200 млн. лет

Жидкая среда – почему?

- В **твердом теле** ограничена подвижность молекул → взаимодействий между ними, необходимых для передачи сигнала и ответных реакций.

- В **газе** не может быть макромолекул.

Они разрушаются при температурах, необходимых для перехода в газообразное состояние.

Граничные условия жизни

1. Какая-нибудь **жидкость:**

Вода жидкая: **0 – 100**°C

Аммиак NH_3 (**–33**) – (**–78**)°C

Метан CH_4 (**–182**) – (**–162**) °C

Граничные условия жизни

2. Источник **энергии**

Должен быть **неисчерпаем**

Свет (на Земле)

Тепло (трудно: нужен большой перепад Т°)

Химические вещества – органические и неорганические.

Последние заканчиваются.

На Земле этот способ возможен, т.к. запасы пополняются фототрофами.

Граничные условия жизни

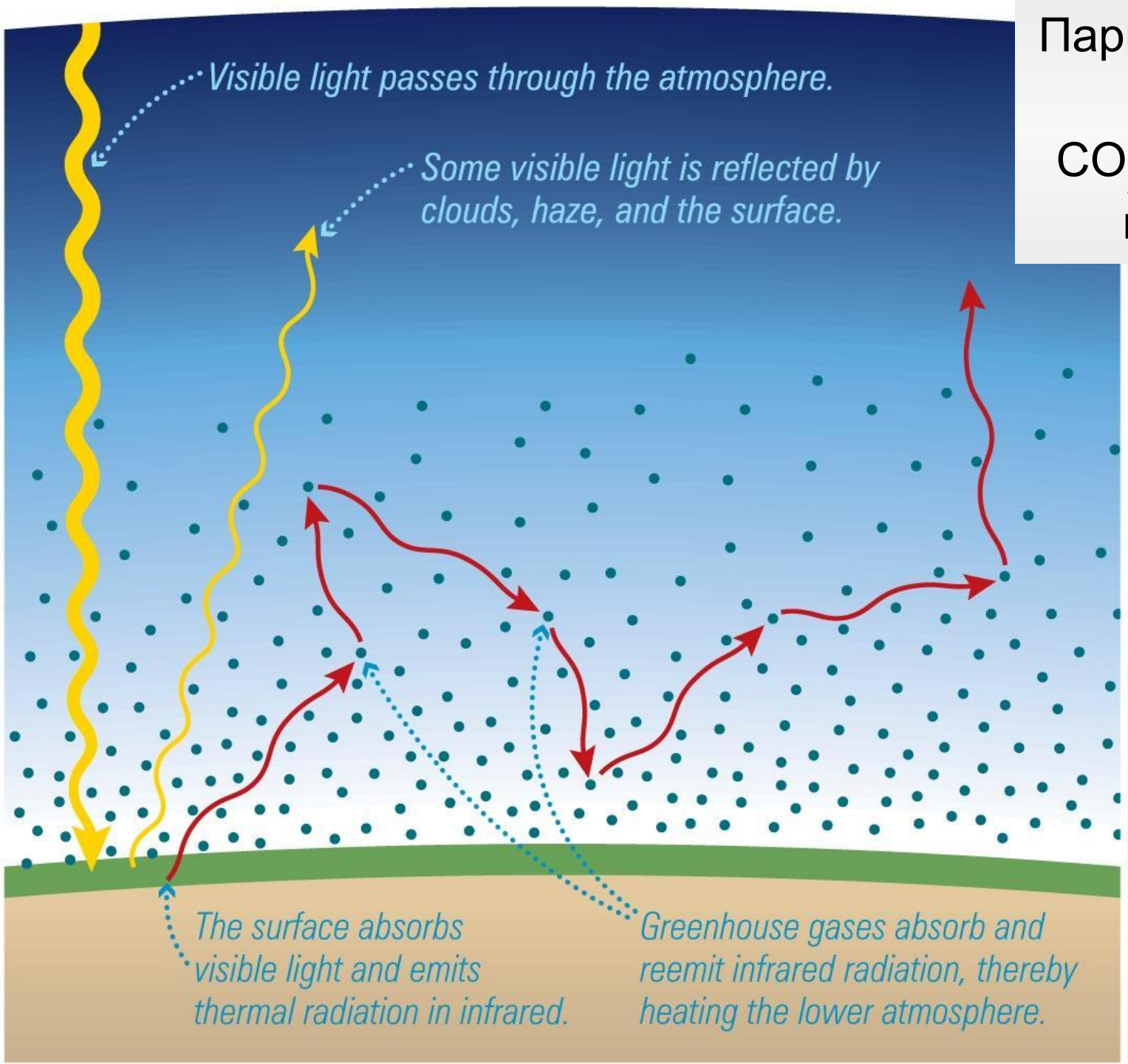
3. Набор химических элементов

на Земле – **C, H, O, N, P, S**

Для **эволюции** жизни нужен их круговорот: продукты метаболизма не должны улетучиваться с планеты

Парниковый эффект

Парниковые газы CO_2, метан вода



Обитаемая зона – температурные границы

Ближняя к Солнцу: температура **не выше** точки кипения воды 100°C. (Другие потенциальные растворители выкипают еще раньше).

Дальняя от Солнца: Температура **не ниже** точки замерзания **парниковых газов** (CO_2, метан CH_4, вода)

CO_2 замерзает при −57 °C

метан замерзает при −182 °C

+ 100 °C ⇔ −182 °C

Атмосферы планет Земной группы

	Венера	*Земля*	*Марс*
CO_2	96%	0.035%	95%
N_2	3.5 %	78%	2.7 %
H_2O	0.01%	неск. %	0.03%
O_2	-----	21%	0.13%

Венера

Масса $0.8_{\text{Земной}}$

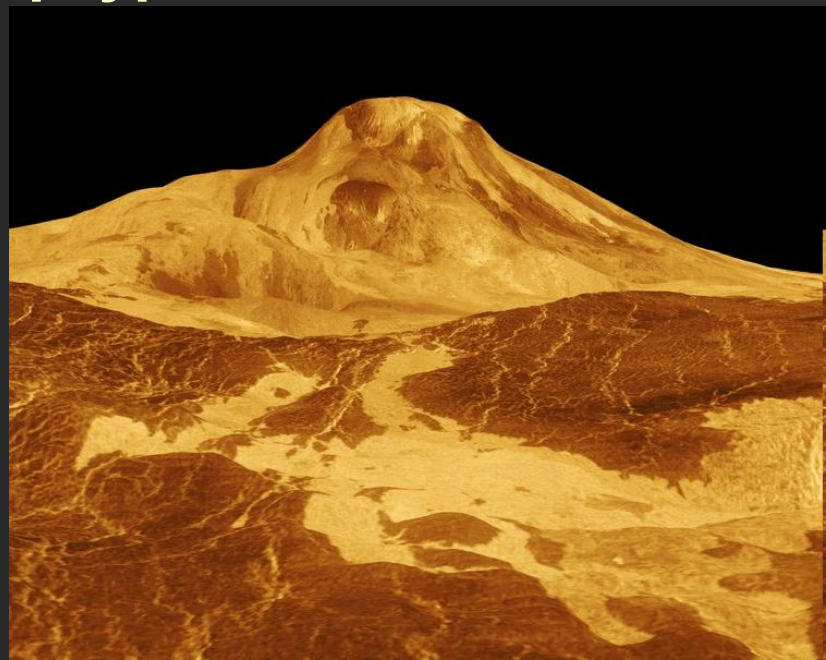
Атмосфера очень плотная, давление у поверхности 90 земных

Состав – CO_2 (96%) и азот, пары воды и кислорода (~ 0.1%)

t + 460 ° C – больше, чем на Меркурии за счет парникового эффекта

Сутки = $243_{\text{земных}}$

Год = $225_{\text{земных суток}}$



Марс

Масса 0.1 Земной

Сутки = 24 часа 37 минут

Год = 687 земных суток

Температура на экваторе от +30 °C в полдень до −80 °C в полночь.

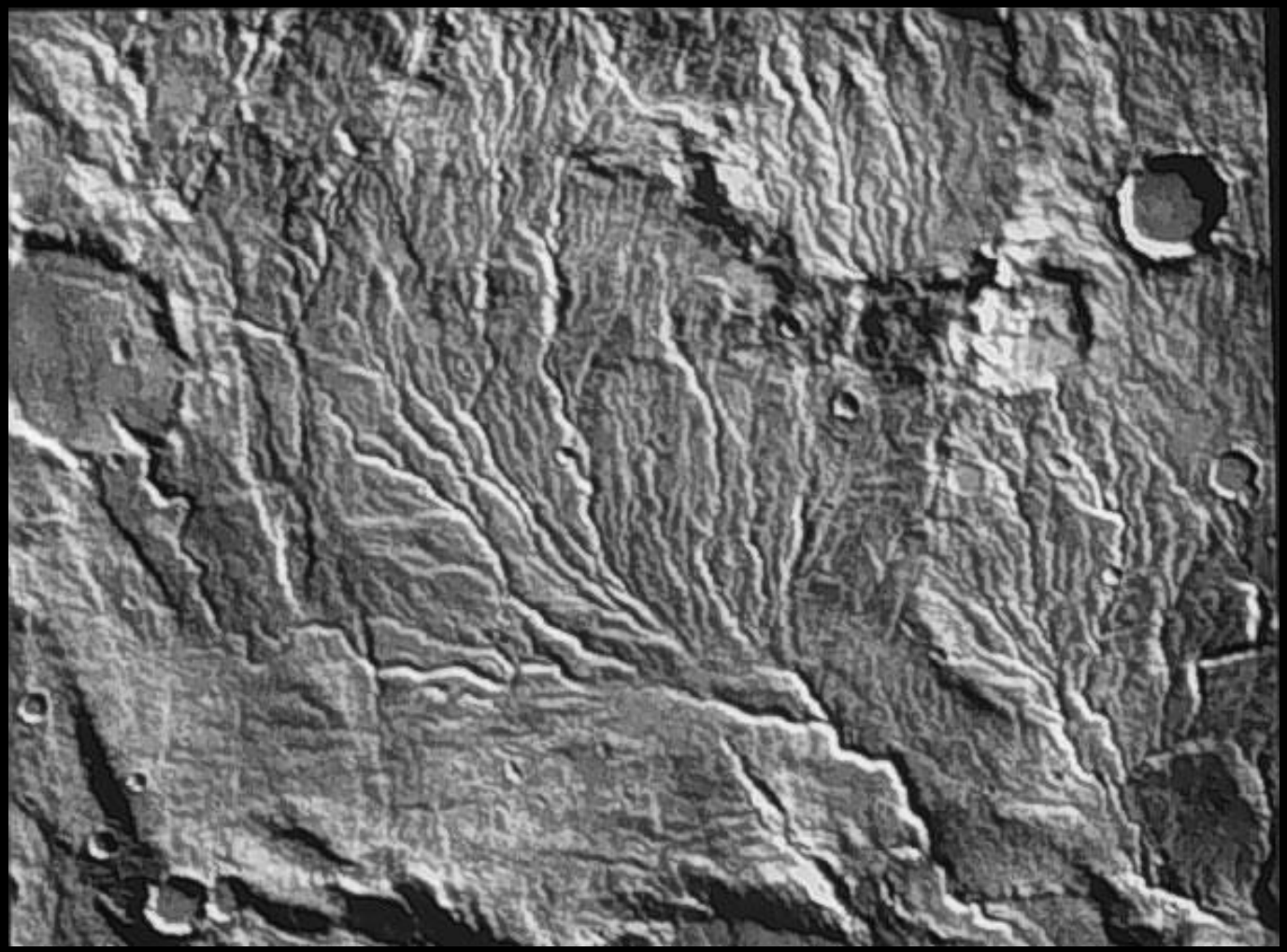
Атмосфера очень разрежена – давление в 160 раз меньше земного.

По составу похожа на венерианскую – 95 углекислого газа, 2,7 % азота, немного кислорода и воды.

Сезонное таяние льда из CO_2 на Северном полюсе Марса

Телескоп Хаббл, NASA

В возрасте 1 млрд лет на Марсе были реки



Viking image from:

http://www.lpi.usra.edu/publications/slidesets/redplanet2/slide_26.html

Юпитер

- Нет твердой поверхности
  - Плотная атмосфера из водорода и гелия
  - Мантия из жидкого водорода
  - Ядро из железа и камня
- Быстрое вращение – сутки около 10 часов
- Температура облаков –130°, но на глубине 130 км – уже +150

Температурные границы обитаемой планеты

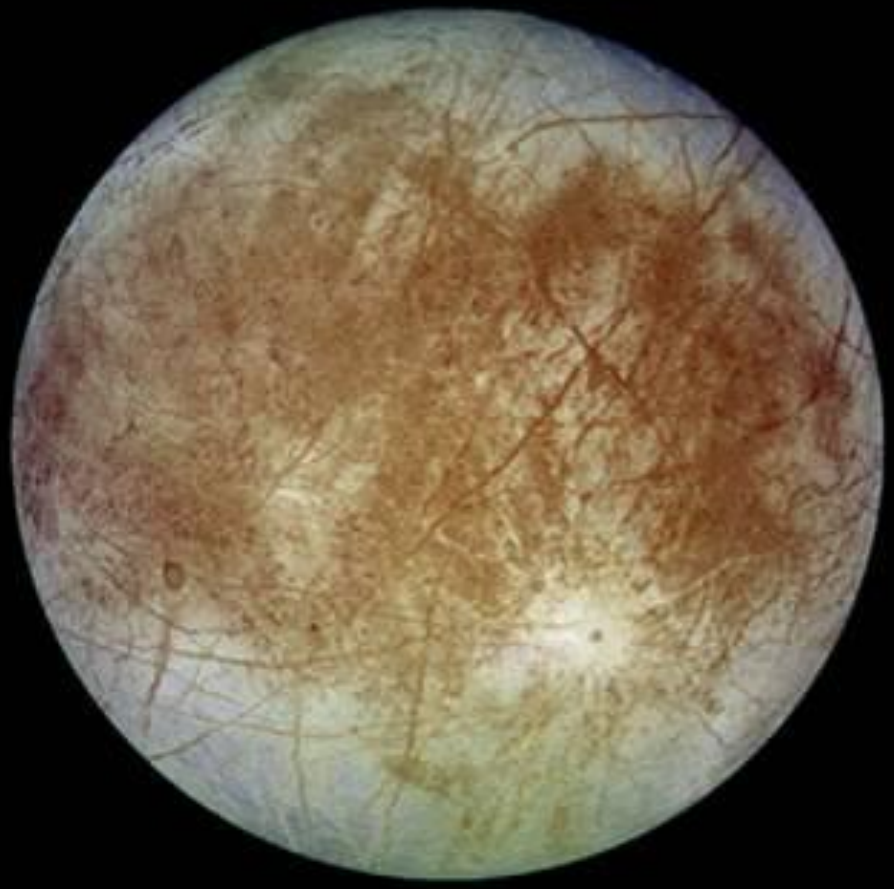
+ 100 °C ⇔ −182 °C

Жизнь на Юпитере?

Нельзя исключить. Хотя среда слишком нестабильна.

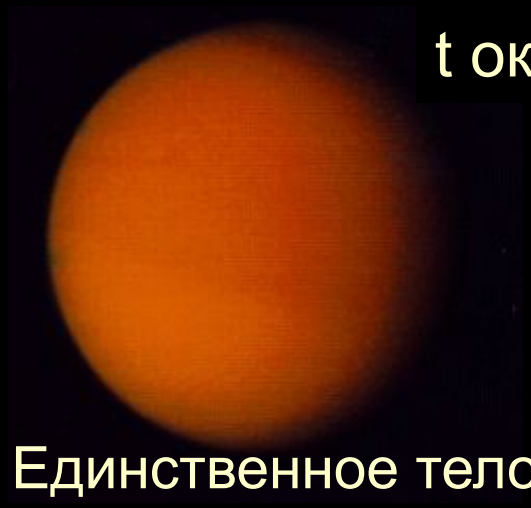
Европа – спутник Юпитера

- По химическому составу близка к Земле
- Температура на поверхности –150—190°С
- Предполагается, что под слоем льда – океан жидкой воды.
- Наиболее вероятный кандидат на существование жизни



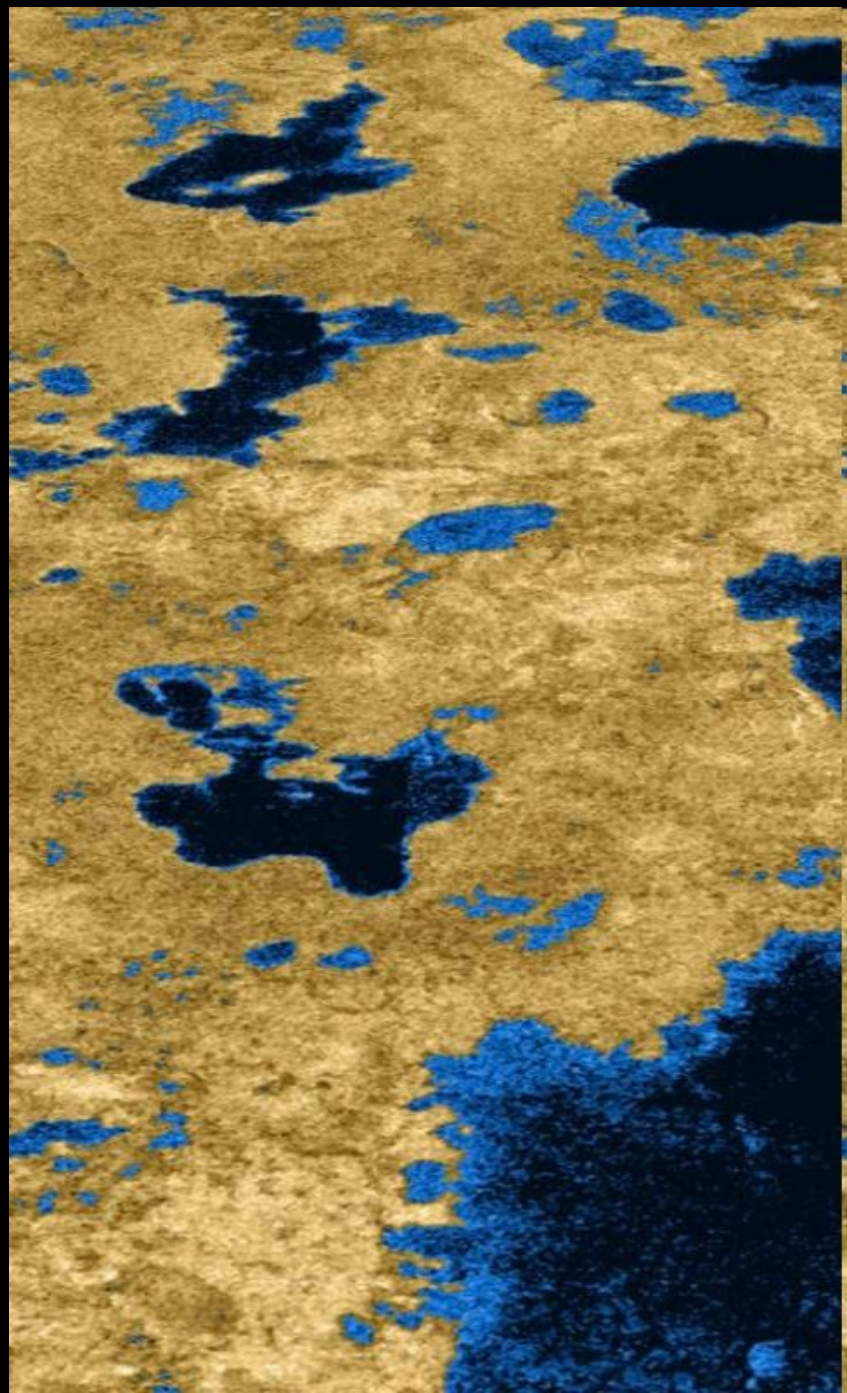
Европа

Титан



t около −180°C

Единственное тело, кроме Земли, где в атмосфере преобладает азот (95%), остальное – метан,
Плотность близка к земной.
Метановые моря и дожди.
Водный океан под корой?

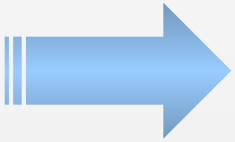


Жидкие озера на Титане
Радиолокационная съемка Кассини

Экзопланеты

Обнаружены у 10% изученных звезд

На начало 2009 г. известно **342** экзопланеты в 290 планетных системах



Ссылки

Ссылки на источники рисунков даны под слайдами в строке заметок

Lectures of Prof. George Rieke
http://ircamera.as.arizona.edu/NatSci102/NatSci102/syllabus/syllabus.htm

Тектоника плит – карты материков в прошлом и будущем

http://www.scotese.com/earth.htm

Авторские права

Вы скачали данную презентацию с сайта **Biologii.Net**, согласившись с тем, что

Вы можете свободно

- Использовать данную презентацию в образовательных целях с сохранением авторства.
- Использовать рисунки и отдельные слайды в своих презентациях и на сайтах со ссылкой на данный сайт или автора.

Вы НЕ имеете права

- Копировать, распространять или использовать ее другим способом для извлечения коммерческой выгоды.
- Выкладывать на интернет-сайтах для скачивания.
- Использовать слайды, текст и авторские рисунки без ссылок, выдавая их за свои.

Если вы не согласны с этими условиями, удалите презентацию с вашего компьютера.

© М.А. Волошина 2009

http://biologii.net