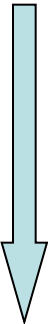


# ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

Возраст  
Земли – 4,6  
млрд. лет

## ДОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП 4,6-4,0 млрд. л.н.

- Земля изначально холодная
  - Азотная атмосфера с благородными газами, восстановительная среда
  - Нет гидросферы и биосферы
  - Бомбардировки метеоритами и астероидами (4,2-3,9 млрд.л.н.)
  - Либо – быстрый разогрев за счет энергии гравитационной аккреции
  - Магматический океан неглубоко от поверхности или на поверхности
  - Метеоритные удары провоцировали базальтовые излияния
  - Локализация мантийных струй («плюм-тектоника», как на Венере и сейчас)
- 

# ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

## ДОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП

4,6-4,0 млрд. л.н.

- **Захват Протолуны – гигантские приливы на Земле до 1 км, ускоренное вращение**
- **Выпадение на Землю части вещества Протолуны, в т.ч. железистого ядра**
- **Постепенный разогрев недр за счет энергии приливного трения**
- **Удаление Луны**
- **Замедление вращения Земли**
- **Либо – гигантский импакт через 50-70 млн лет после аккреции, выброс вещества Земли, и выпадение части вещества обратно на Землю с образованием из оставшейся части - Луны**
- **Либо – быстрый разогрев за счет энергии аккреции («слипания» планетезималей)**

## **ДОБИОГЕННЫЙ ЭТАП**

**4,0 – 0, 57 млрд. л.н.**

### **Архей (4,0 – 2,5 млрд. л.н.)**

- От начала тектонической активности, расплавления и дегазации до выделения земного ядра**
- Многочисленные тонкие литосферные мини-плиты**
- Начало тектоники плит 3,5-3 млрд. л.н.**
- Нет субдукции, только обдукция («торосы» из плит)**
- Возникновение жизни 3,6 млрд. л.н.**
- К концу периода 2,5 млрд. л.н. – формирование земной коры и Fe-Ni-ядра**

# ДОБИОГЕННЫЙ ЭТАП

4,0 – 0,57 млрд. л.н.

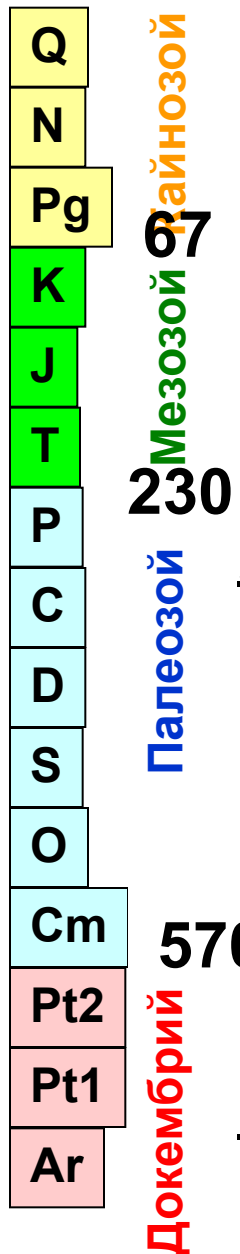
## Протерозой (2,5 – 0,57 млрд. л.н.)

- Ослабление тектонической активности
- Возрастание мощности литосферных плит
- Образование и раскол Пангеи-1
- Усиление дегазации с выделением  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$
- $O_2$  расходуется на окисление пород, накапливается медленно до середины протерозоя)
- Главный источник эндогенной энергии - химико-плотностная дифференциация мантии
- Медленное формирование гидросферы. 2,2 млрд. л.н. – ускорение (насыщение серпентинитов), рост глубин океана
- Жизнь только в океане – защищена водой от УФ-радиации

# БИОГЕННЫЙ ЭТАП

570 – 0, 04 млн. л.н.

ПАЛЕОЗОЙ  
570-230 МЛН Л.Н.



Начало этапа – **резкий рост  $O_2$**  (металлическое железо исчезло)

Кембрий-Ордовик – **Появление многоклеточных.**

Байкальский орогенез.

Снижение  $CO_2$  – снижение растворимости карбонатов - возможность построение известковых скелетов

Силур – Каледонский орогенез.

**Рыбы. Выход жизни на сушу.**

**Начало почвообразования.**

# БИОГЕННЫЙ ЭТАП

570 – 0, 04 млн. л.н.

ПАЛЕОЗОЙ  
570-230 МЛН Л.Н.

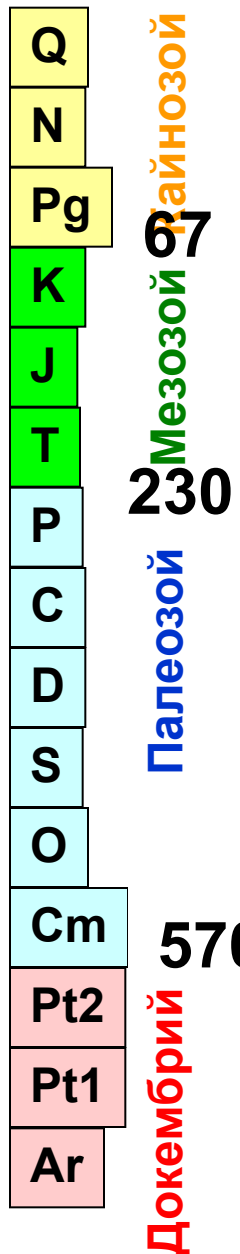
Девон – **Формирование озонового экрана**, резкий **рост биомассы** и биоразнообразия на суше. **Амфибии. Рептилии.**

Карбон – Рост CO<sub>2</sub> (вулканизм), **усиление фотосинтеза, потепление, пышные леса** из папоротников, хвощей, плаунов.

Накопление углей, нефти, газа в условиях заболоченных равнин с тропическим климатом. **Возникновение географической зональности**

Пермь-Триас – Формирование **Пангеи-2**. Герцинский орогенез. **Рост континентальности.** Оледенения.

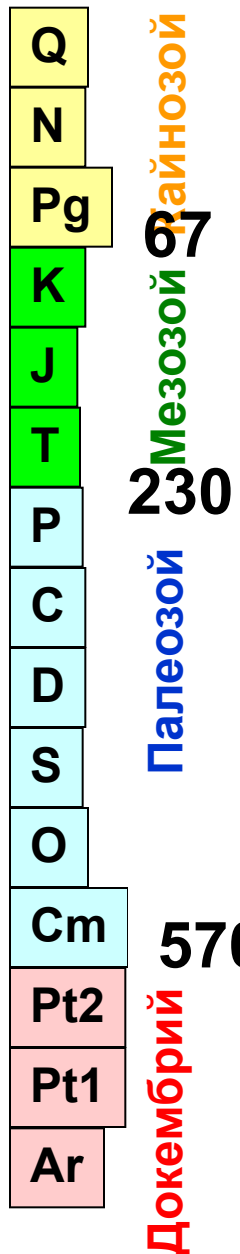
Сокращения количества экологических ниш → **Снижение биоразнообразия. Массовое вымирание видов.**



# БИОГЕННЫЙ ЭТАП

570 – 0, 04 млн. л.н.

**МЕЗОЗОЙ**  
230-67 МЛН Л.Н.



**Юра** – **Глобальный спрединг.**

Возникновение новых океанов и континентов.

Начало океанизации.

Рост разнообразия рельефа и контрастности географической оболочки.

**Гигантские рептилии.**

**Мел** – Мезозойский орогенез.

Видообразование.

Рост океанов.

Удаление континентов.

Усиление изоляции экосистем → **Рост разнообразия млекопитающих.**

**Цветковые растения**

**Конец периода (67 млн л.н.) – массовое вымирание (астероид?)**

Q
N
Pg
K
J
T
P
C
D
S
O
Cm
Pt2
Pt1
Ar

Кайнозой  
 Мезозой  
 Палеозой  
 Докембрий

# БИОГЕННЫЙ ЭТАП

570 – 0, 04 млн. л.н.

КАЙНОЗОЙ  
67-0 МЛН Л.Н.

## Палеоген

Глобальная денудация, **выравнивание рельефа**.  
 Господство млекопитающих, птиц, покрытосеменных.

## Неоген-Плейстоцен

230

- ❖ Альпийский орогенез.
- ❖ Неотектонические поднятия. Эпиплатформенный орогенез (возрожденные горы).
- ❖ Рост высоты континентов и площади суши. **Формирование высотной поясности.**
- ❖ Рост континентальности.
- ❖ Кольцо океанов вокруг Антарктиды → ледниковый покров.

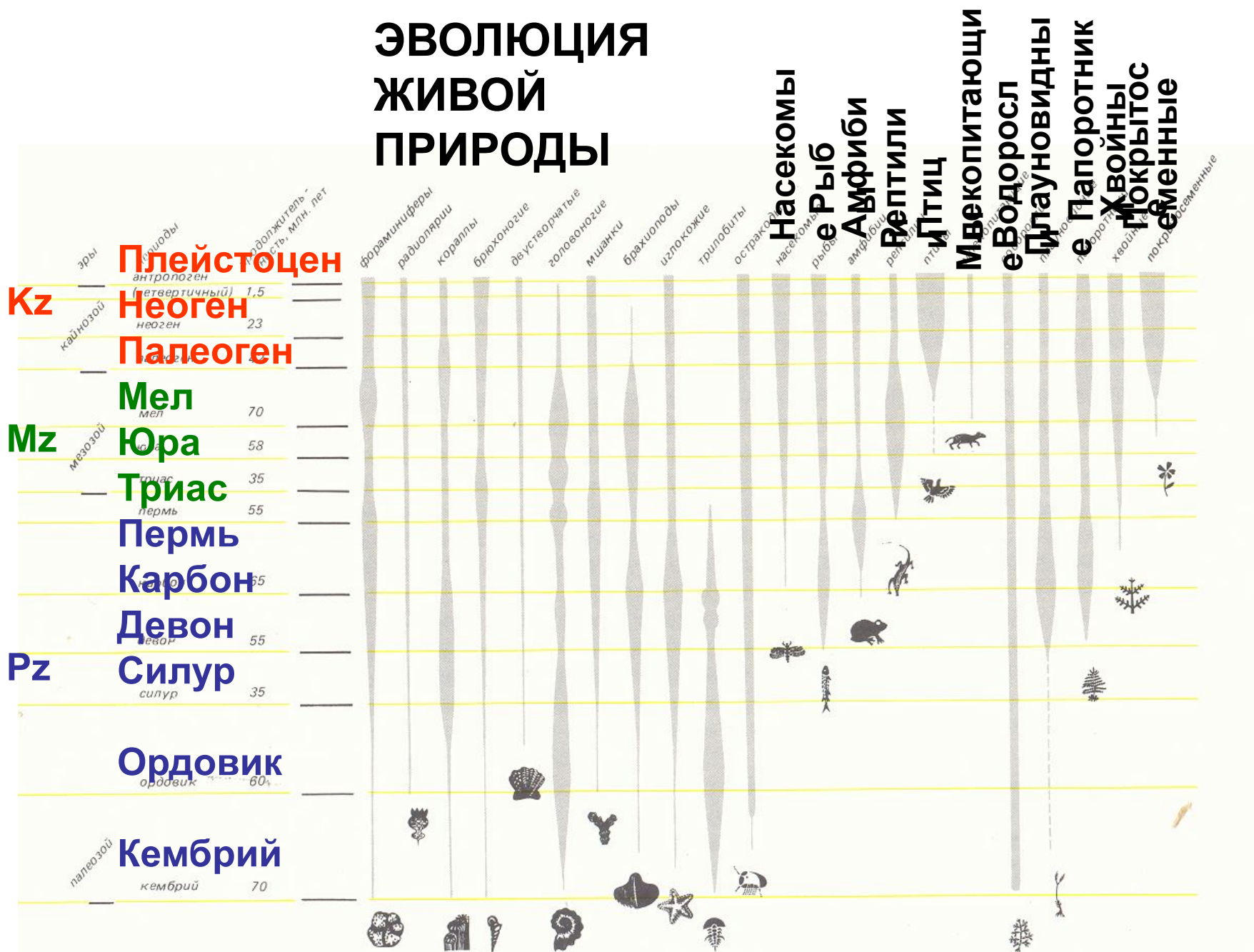
57

## Плейстоцен

**Покровные оледенения** и межледниковья с ослаблением и усилением зональности.



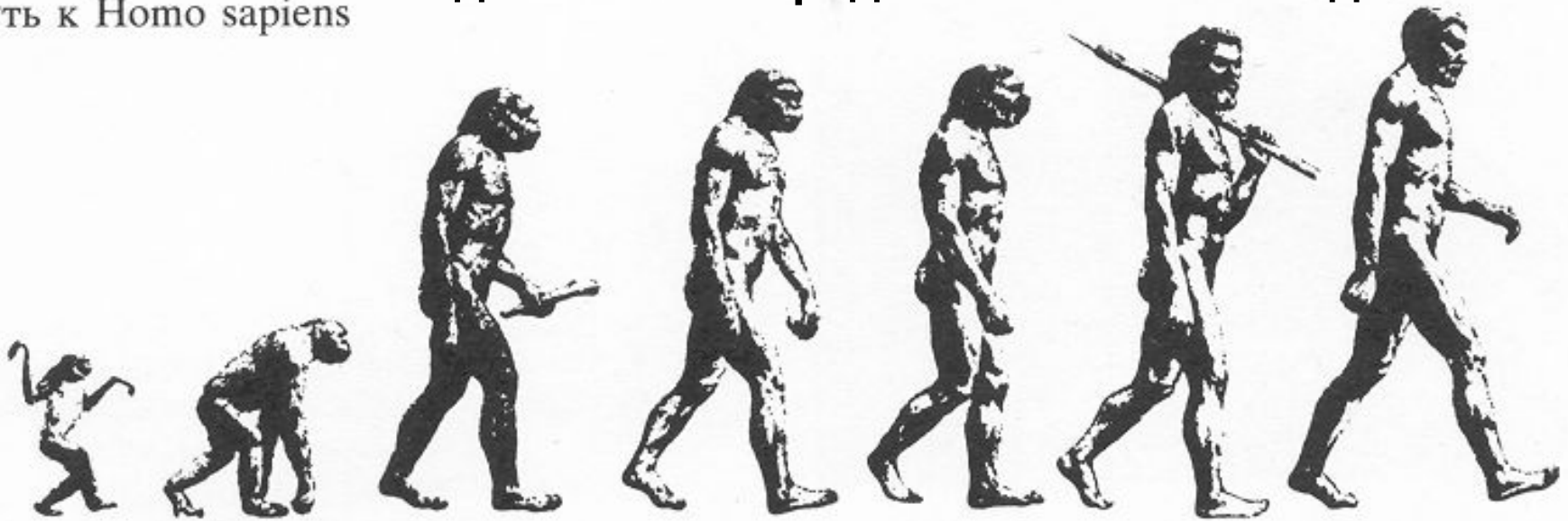
# ЭВОЛЮЦИЯ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ



# ЧЕЛОВЕК

Единственный род семейства гоминид

Путь к Homo sapiens



Плиоцитек

Дриопите

Австралопите

Homo erectus

Неандертале

Кроманьоне

Homo sapiens

4000

3500

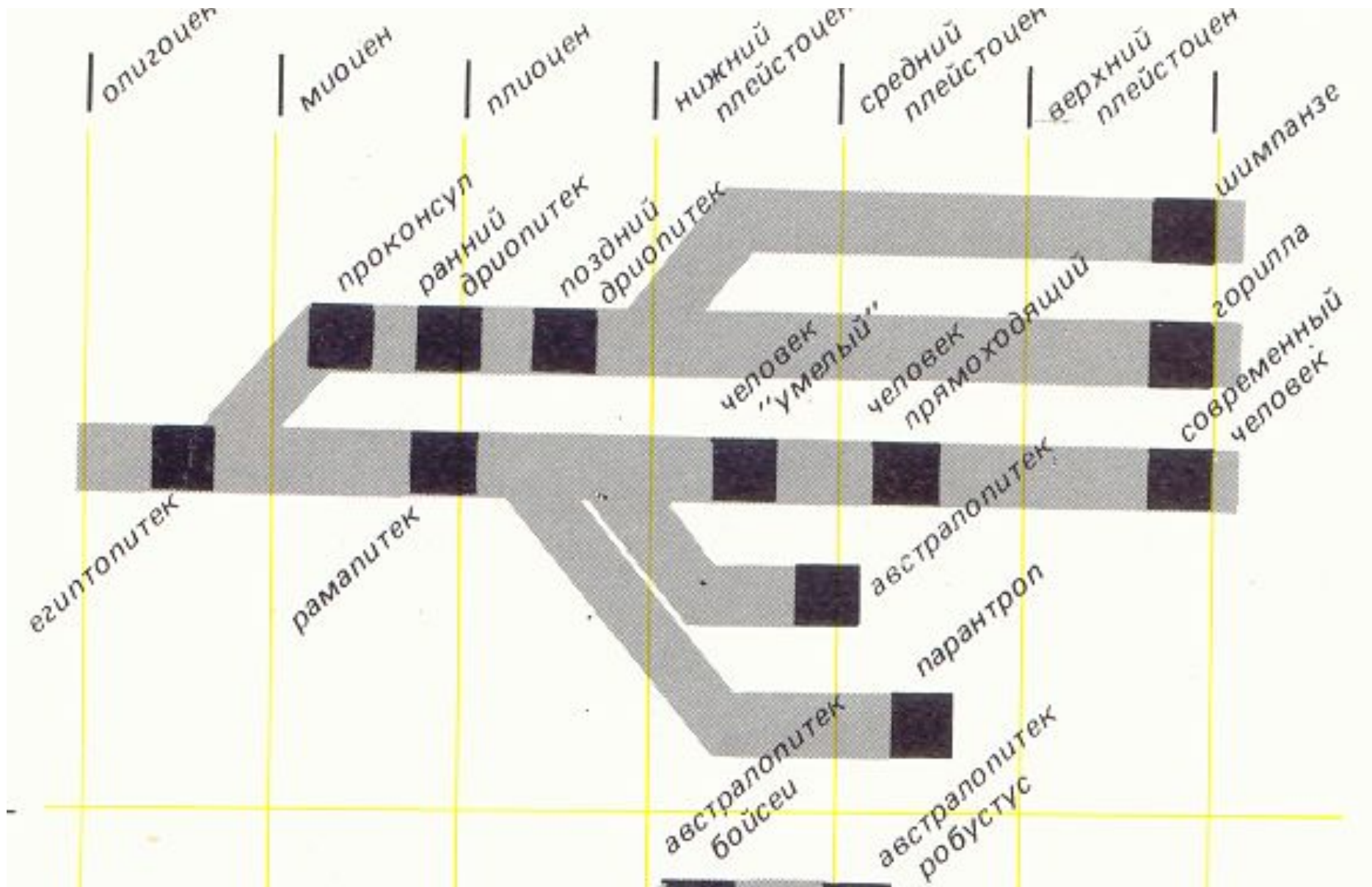
2000

350

40 тыс. л.н.

Каменные орудия  
Жилища  
Ритуалы  
Охота  
Собирательство  
Община  
Одежда  
Рыболовство  
Одомашнивание

# ЧЕЛОВЕК



# 365 ДНЕЙ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

**1 января** – догеологическая история

**28 марта** – первые бактерии

**12 декабря** – расцвет динозавров

**26 декабря** – исчезновение динозавров

**31 декабря, 01-00** – предок обезьяны и человека

**31 декабря, 17-30** – появление австралопитеков

**31 декабря, 23-54** – появление неандертальцев

**31 декабря, 23-59-46** – начало новой эры (1 год)

**31 декабря, 24-00** – человек на Луне (Н.Армстронг)

# **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭВОЛЮЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ**

**Процесс выделения земного ядра в основе:**

- тектонической активности**
- геохимической эволюции мантии**
- дегазации мантии и возникновения атмосферы и гидросферы**
- образования полезных ископаемых**
- развития жизни**

# **ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭВОЛЮЦИИ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ**

- 1. Уменьшение глубинного теплового потока в 3-4 раза**
- 2. Прогрессирующее расслоение на оболочки**
- 3. Периодическое образование и распад Пангей с периодом 400-500 млн. лет из-за накопления мантийного тепла под литосферой**
- 4. Рост разнообразия горных пород**
- 5. Переход от абиогенного этапа к биогенному**
- 6. Прогрессирующее накопление биогенной энергии и рост биоразнообразия**
- 7. Рост разнообразия географических зон**
- 8. Рост площади платформ**
- 9. Рост скорости осадконакопления**
- 10. Рост контрастности рельефа**
- 11. Неравномерность развития, цикличность, метакхронность**

# Важнейшие механизмы развития географической оболочки

- Дегазация мантии и вулканизм
- Спрединг и субдукция
- Направленная эволюция земной коры, с образованием подвижных поясов, платформ, складчатых областей
- Географический цикл развития рельефа В.М.Дэвиса
- Большой геологический круговорот вещества на потоках солнечной энергии, гравитационной, внутренней энергии Земли
- Фотолиз в верхних слоях атмосферы
- Развитие гидросферы и океанизация
- Развитие растительного покрова и животного мира. Фотосинтез.
- Малый биологический и географический круговорот вещества на потоке солнечной и гравитационной энергии.
- Хозяйственная деятельность человека как планетарное явление.



# ЕДИНСТВО ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ



Рассеяние живого вещества с ветрами и водными потоками.

**Закон Вернадского:** Миграция химических элементов в биосфере осуществляется либо при непосредственном участии живого вещества, либо в среде, геохимические особенности которой созданы живым веществом.

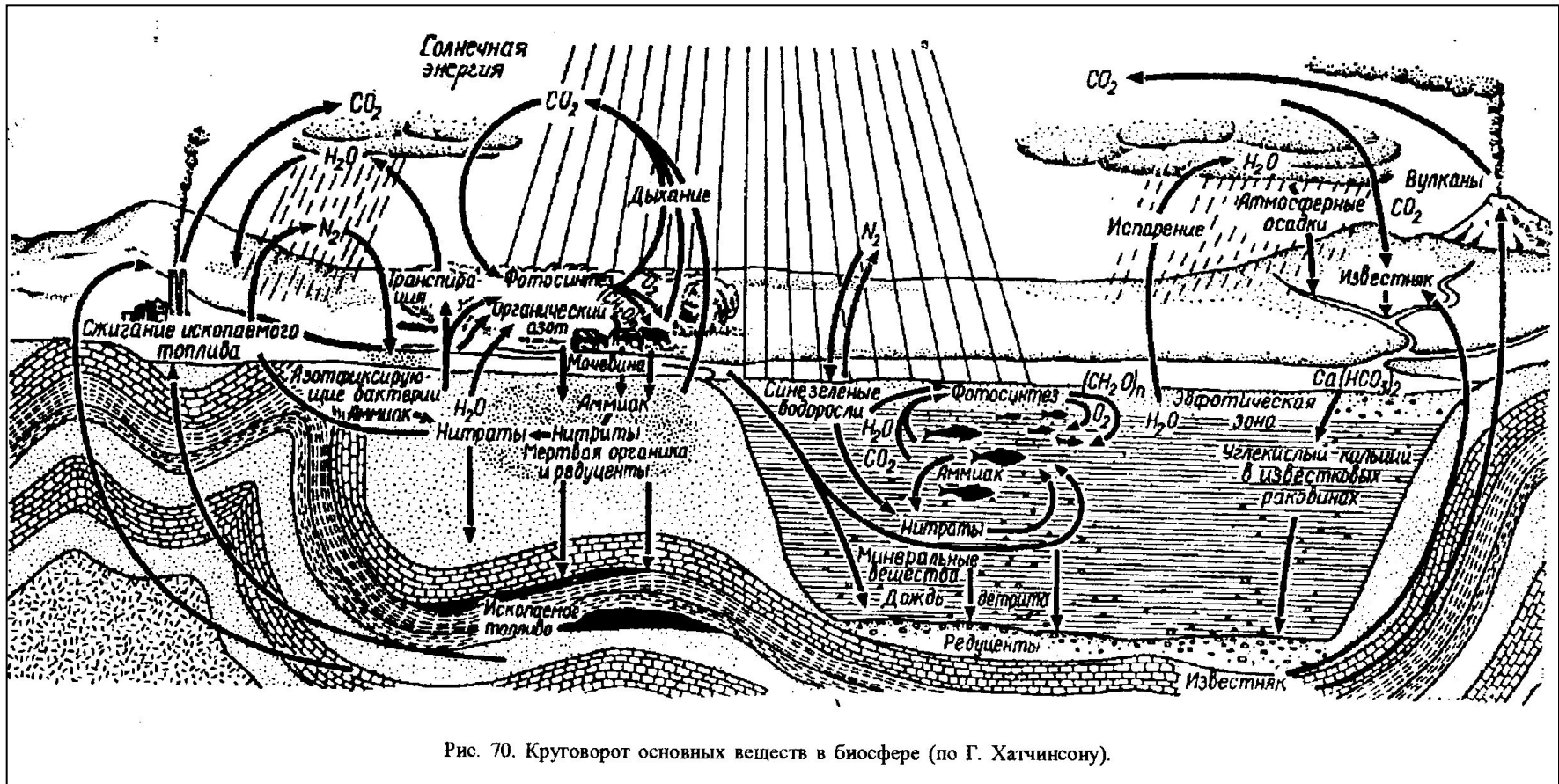


Рис. 70. Круговорот основных веществ в биосфере (по Г. Хатчинсону).



# СВОЙСТВА КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ

- Поведение одних и тех же веществ различается в зависимости от типа ландшафта
- Характерны процессы **окисления**, связанные с изменением валентности элементов
- Характерны процессы **гидратации** минералов
- Измельчение вещества с накоплением **глинистых веществ** и возрастанием площади соприкосновения частиц между собой и с водой; активизация ионного обмена; рост возможностей накопления элементов
- Тип коры (накопление Fe, Al, Si, CaCO<sub>3</sub>, S, крупных обломков) определяется рельефом и гидроклиматическим режимом – характером перераспределения вещества
- Мощность от десятков сантиметров до сотен метров
- Возможно наследование реликтовых свойств, не соответствующих современным ландшафтам
- Биокосная природа, но в отличие от почвы отсутствует биогенная аккумуляция

# ЛАНДШАФТНАЯ СФЕРА

- ❖ Тонкий слой прямого соприкосновения, контакта и энергичного взаимодействия земной коры, воздушной тропосферы и водной оболочки.
- ❖ Мощность от 10н до 200-250 м
- ❖ Биологический фокус географической оболочки
- ❖ Среда, наиболее благоприятная для развития жизни
- ❖ Трансформатор вещества и энергии, рассеиваемых до внешних границ географической оболочки



# ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

1. **Целостность**
2. **Ритмичность**
3. **Зональность**
4. **Азональность**
5. **Асимметричность**
6. **Барьеры**
7. **Метахронность** (несинхронное наступление фаз развития геосистем)
8. **Саморазвитие**

# ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

9. **Компенсационные механизмы** (*закон Чижевского, воздымание-опускание, похолодание-потепление, экспозиционные эффекты, орошение-усыхание Арала, Эль-Ниньо, Антарктида-Сев.Ледовитый океан...*)
10. **Дополнительность: контрастные явления не существуют друг без друга** (*водосбор-русло-конус выноса, циклоны-антициклоны*)
11. **Пространственно-временные ряды географических явлений** (*Последовательность во времени отражается в пространственном ряду*)
12. **Пространственно-временная эмерджентность: целое больше суммы частей** (*Биоразнообразии большого острова больше биоразнообразия архипелага*)

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ЗЕМЛИ**

- **Время и механизмы первичного разогрева Земли**
- **Причины распада и восстановления суперконтинентов**
- **Длительность существования Мирового океана**
- **Космические и орбитальные причины климатических изменений**
- **Изменчивость гравитационной постоянной и влияние сверхдальних гравитационных волн на форму Земли**
- **Причины массовых вымираний флоры и фауны**

## **ЧТО ВПЕРЕДИ ?**

**Через 600 млн. лет** в мантии всё  $\text{FeO} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4$

Усилится выделение  $\text{O}_2$  из мантии в атмосферу

Вырастет атмосферное давление

Температура увеличится до  $110^\circ \text{C}$  (против современных  $15,1^\circ \text{C}$ )

Выкипание океана

Дегидратация земной коры

Рост температур до  $550^\circ \text{C}$  и давления до 500 атм.

**Гибель жизни**

**Солнце через 5 млрд лет превратится  
в белого карлика без движения частиц**