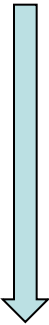


ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

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.)

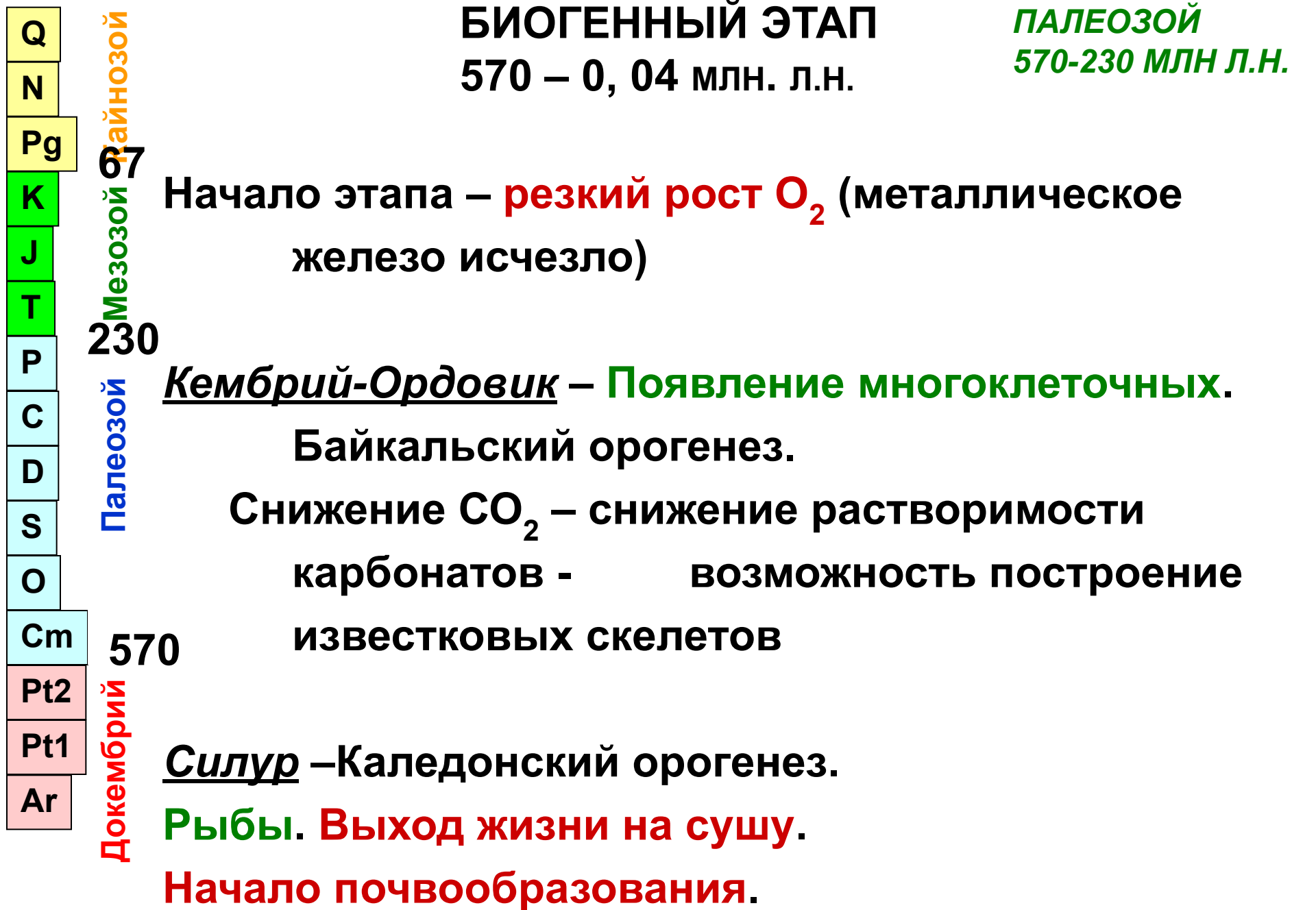
- От начала тектонической активности, расплавления и дегазации до выделения земного ядра**
- Многочисленные тонкие литосферные мини-плиты**
- Начало тектоники плит 3,5-3 млрд. л.н.**
- Нет субдукции, только обдукция («торосы» из плит)**
- Возникновение жизни 3,6 млрд. л.н.**
- К концу периода 2,5 млрд.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

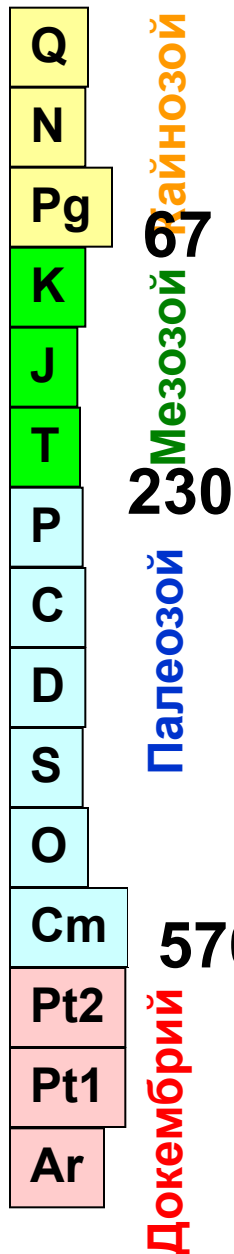
Девон – Формирование озонового экрана, резкий рост биомассы и биоразнообразия на суше. Амфибии. Рептилии.

Карбон – Рост CO₂ (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.



Q	Кайнозой	67
N		
Pg		
K	Мезозой	230
J		
T		
P		
C	Палеозой	570
D		
S		
O		
Cm		
Pt2	Докембрий	
Pt1		
Ar		

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.

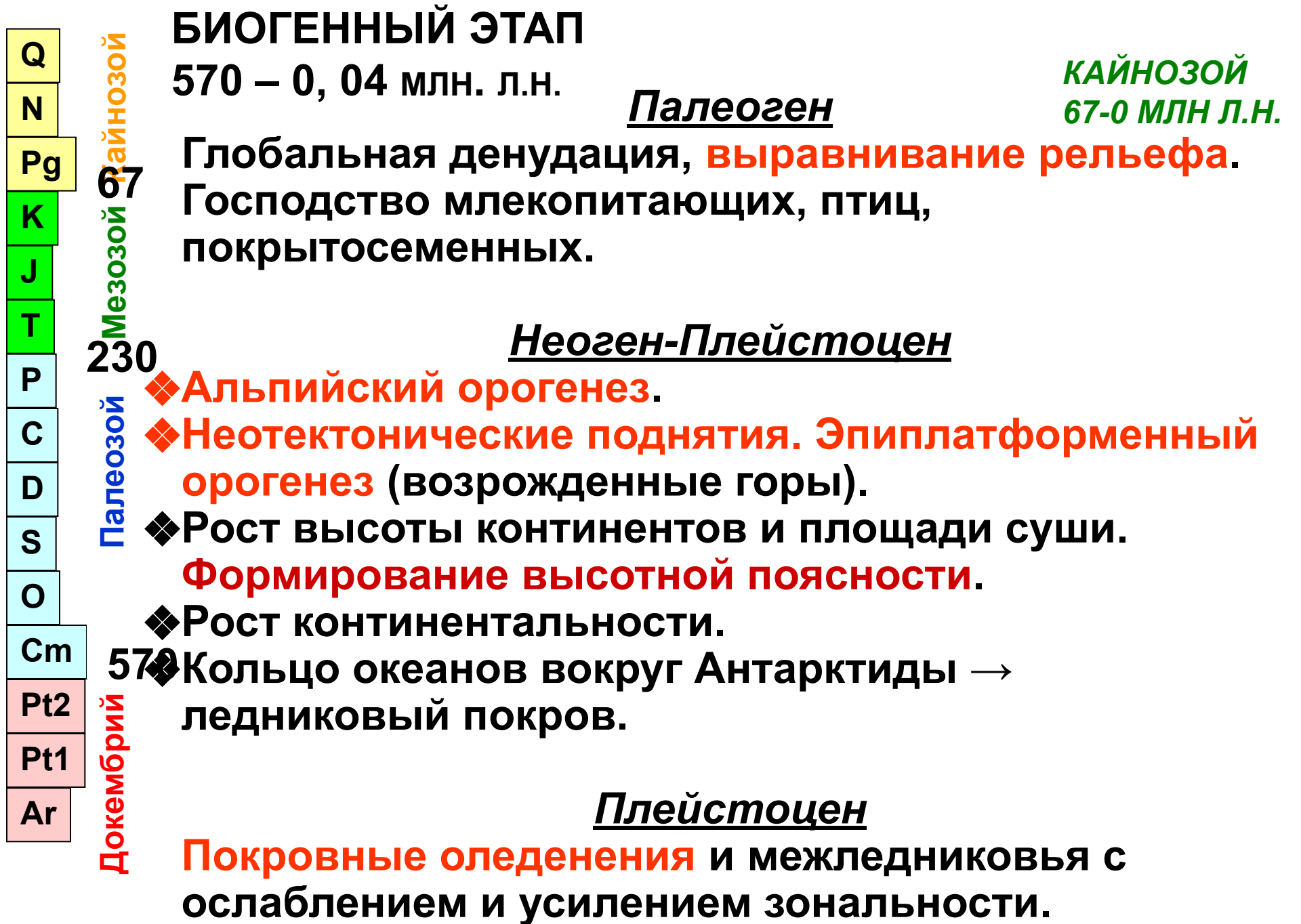
Рост океанов.

Удаление континентов.

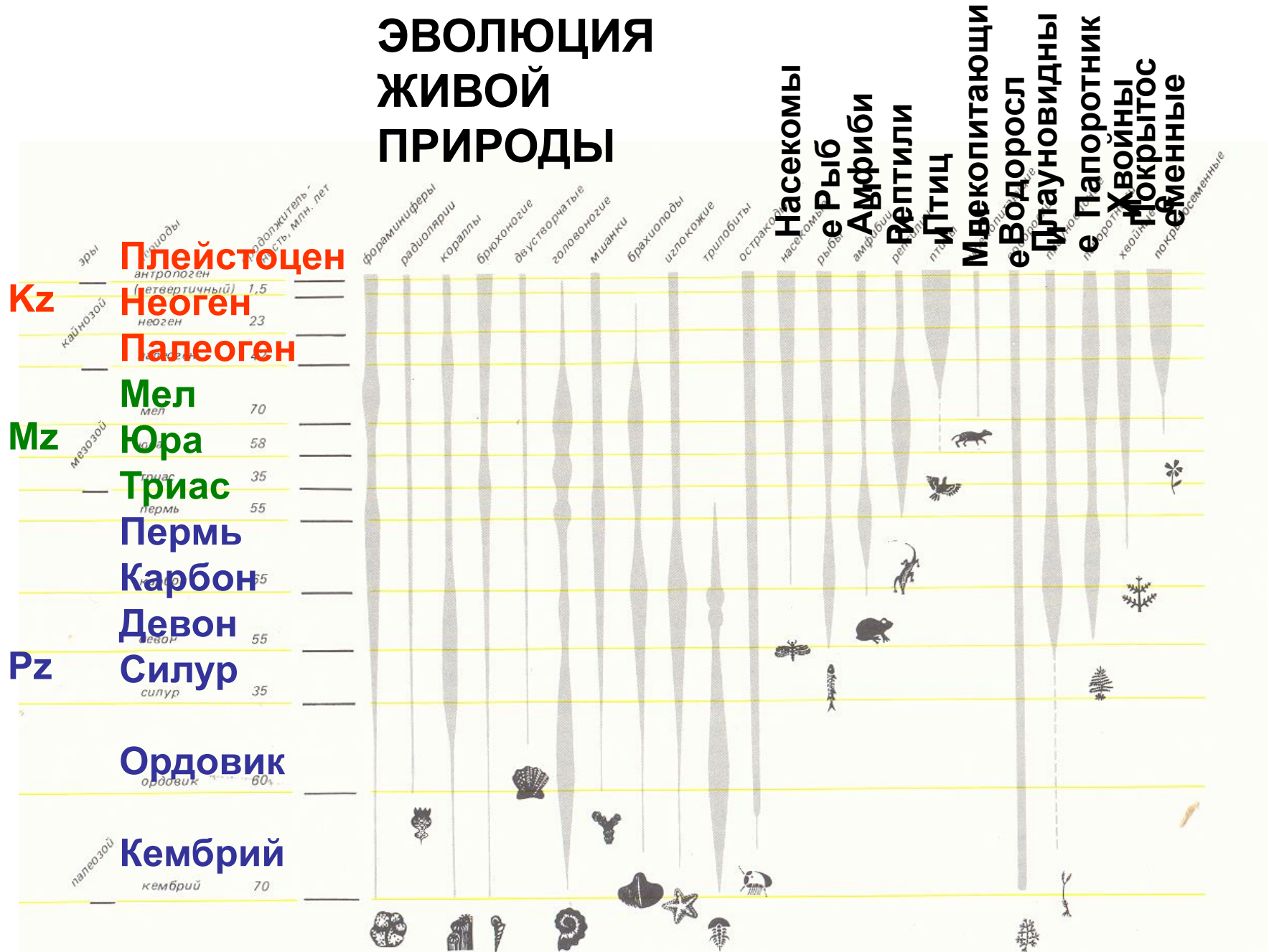
Усиление изоляции экосистем → **Рост разнообразия млекопитающих.**

Цветковые растения

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



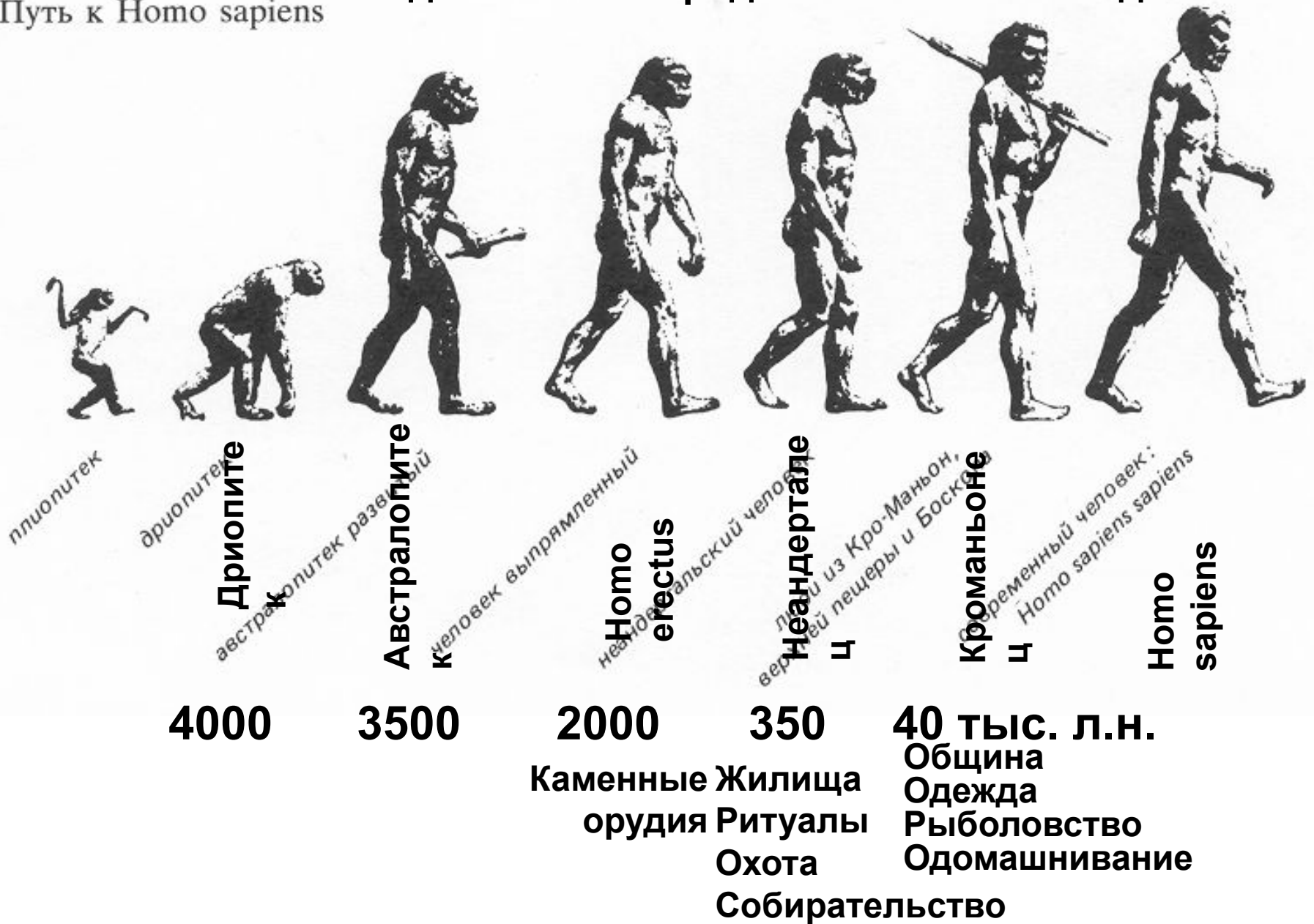
ЭВОЛЮЦИЯ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ



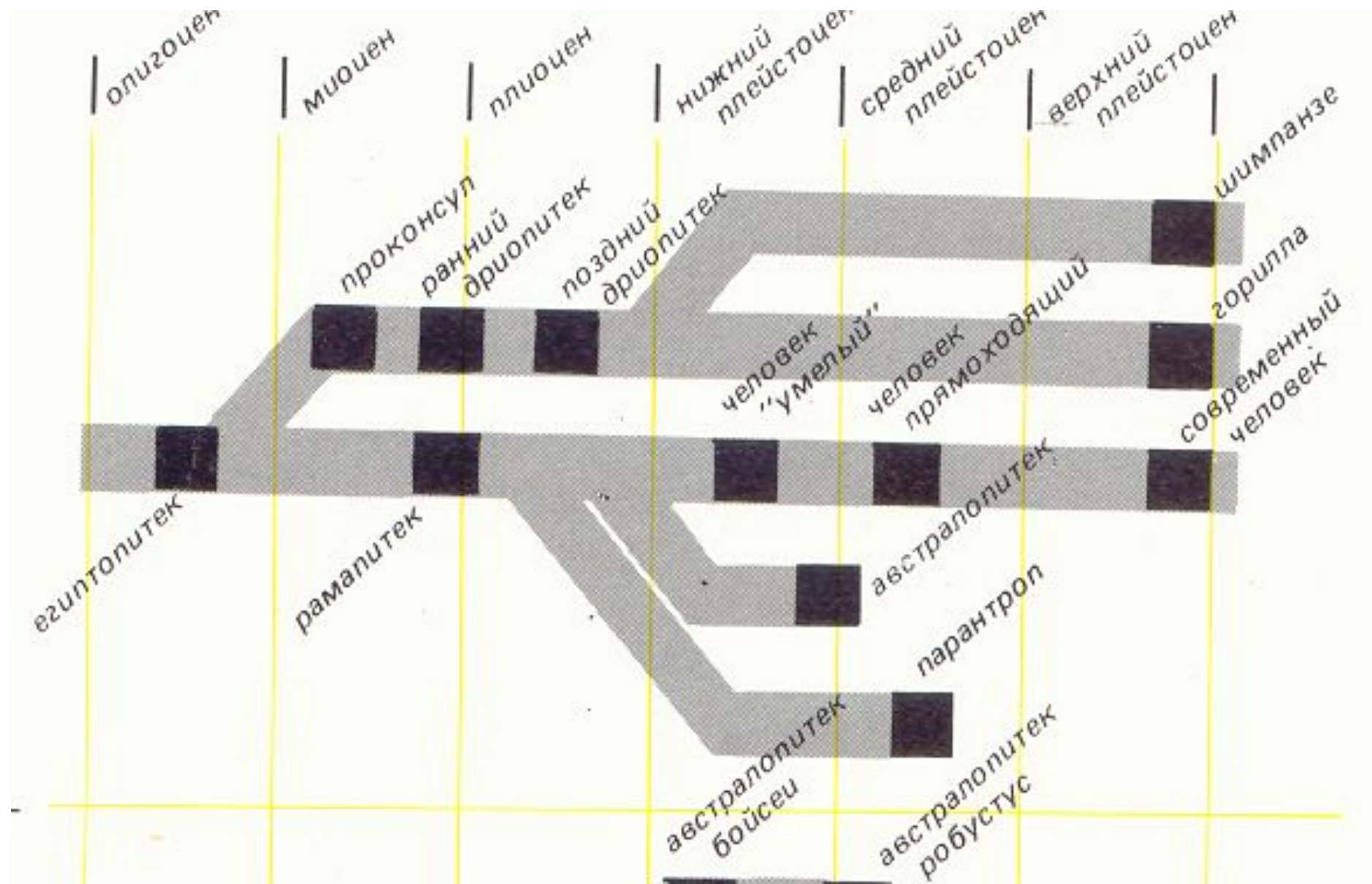
ЧЕЛОВЕК

Единственный род семейства гоминид

Путь к Homo sapiens



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.*

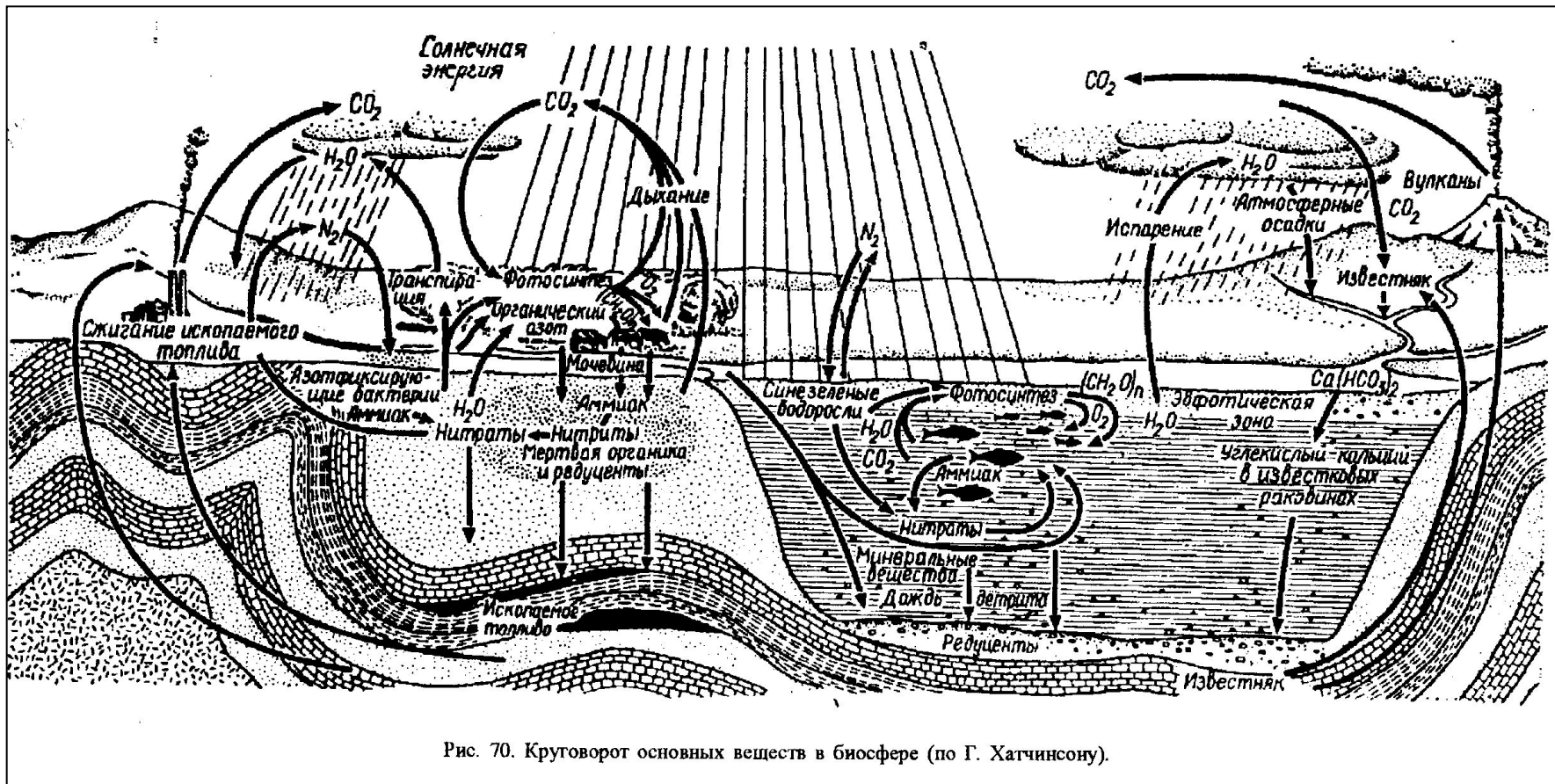


Рис. 70. Круговорот основных веществ в биосфере (по Г. Хатчинсону).

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_3 , 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** (*Биоразнообразие 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 O_2 из мантии в атмосферу



Вырастет атмосферное давление



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



Выкипание океана



Дегидратация земной коры



Рост температур до 550°C и давления до 500 атм.



Гибель жизни

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