

Эволюция биосферы. Её строение и структура.

Лекция 2.

Учение о биосфере

Наркович Д.В., доцент ОГ ИШПР ТПУ

Определение биосферы

- ▶ «Биосфера - это среда обитания живых организмов, постоянно перерабатываемая ими и включающая их самих» (Захаров).
- ▶ «Биосфера - совокупность всех живых организмов и их экологической среды в пределах планеты» (Акимова).
- ▶ *«Биосфера - это своеобразная оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами» (Войткевич).*
- ▶ *Биосфера - оболочка земли, охватывающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы, населённая живыми организмами, - это “область существования живого вещества” (В.И. Вернадский).*

Биосфера

Биосфе́ра (от др.-греч. βίος — жизнь и σφαῖρα — сфера, шар) — оболочка Земли, заселённая живыми организмами, находящаяся под их воздействием и занятая продуктами их жизнедеятельности; «пленка жизни»; глобальная экосистема Земли.

Солнечная система образовалась
одновременно и как единое целое из
пылегазового облака около 5 млрд. л. н.





Первоначально
температура поверхности
Земли была очень высокой

По мере остывания Земли образовалась твёрдая поверхность (литосфера)

4 млрд л. н.

Когда температура Земли опустилась ниже $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, водяной пар начал конденсироваться, образуя мировой океан



Первые 1,5 млрд лет после образования нашей планеты живых организмов на ней не существовало. Этот период носит название катархей (греч. «ниже древнейшего»).

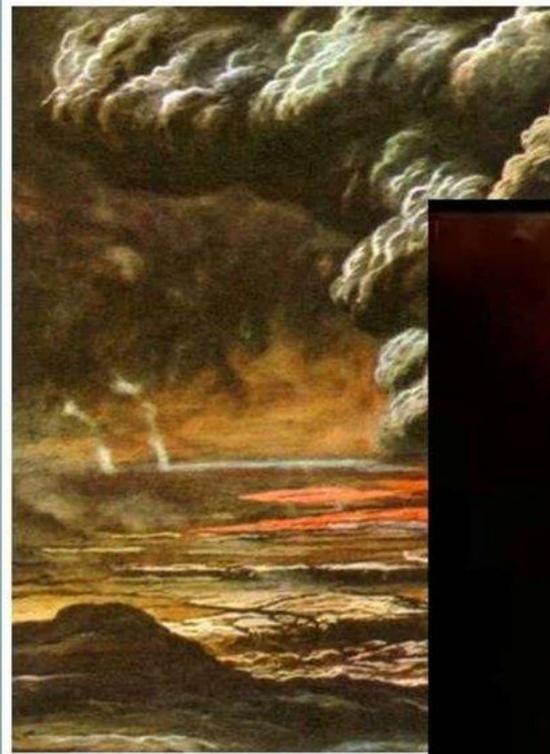
В катархее происходило образование земной поверхности, шли активные вулканические и горообразовательные процессы.

Жизнь возникла на границе катархея и архейской эры. Об этом свидетельствуют находки следов жизнедеятельности микроорганизмов в горных породах возрастом 3,5-3,8 млрд лет.

катархей

«ниже древнейшего»

Образование «первичного бульона» в водах Мирового океана, процесс коацервации



A dramatic scene of a volcanic eruption. In the foreground, a dark, jagged rock formation is illuminated by a bright, intense light source, possibly a lava flow or a fire. A powerful lightning bolt strikes the ground near the rock formation, creating a bright, glowing point of impact. The background shows a dark, stormy sky with other volcanic activity visible in the distance. The overall atmosphere is one of intense energy and natural power.

Под влиянием УФИ, грозовых разрядов воздействий из первичных соединений образовывались сложные органические соединения, которыми насыщались воды океана.

$\text{CH}_4, \text{NH}_3, \text{H}_2\text{O}, \text{CO}_2, \text{H}_2, \text{N}_2, \text{H}_2\text{S}$

Биопоз (биогенез) – это процесс возникновения живого из неживого в эволюции Земли.



1947 год Джон Бернал сформулировал теорию биопоза

Этапы возникновения жизни на Земле

- Образование органического вещества
- Возникновение полимерных соединений
- Процесс коацервации
- Формирование мембран у коацерватов
- Появление метаболизма
- Способность к воспроизведению

Этапы неорганической эволюции

Стадии:

- ✓ Планетарная (геологическая) эволюция
 - ✓ Химическая эволюция
- } 1 млрд. лет

Планетарная эволюция

Земля образовалась из газопылевого облака

около 5 млрд. лет назад, в состав которого входили атомы водорода и гелия.

в ходе термоядерных реакций сформировалась первичная атмосфера, в состав которой входили:

- ❖ Метан
- ❖ Аммиак
- ❖ Угарный газ
- ❖ Водород
- ❖ Пары воды



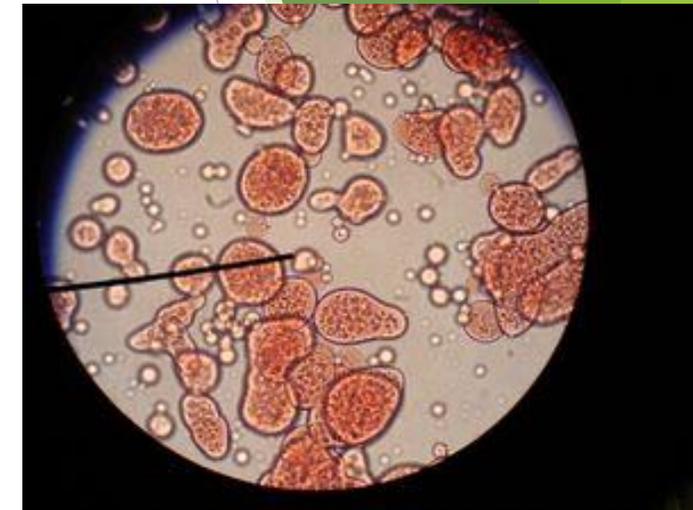
Химическая эволюция.

1 этап. Абиогенный синтез органических веществ.

ФИО ученого	Год	Открытие
Жак Лёб	1912	Впервые получил аминокислоту глицин из смеси нагретых газов и электрических разрядов.
Александр Иванович Опарин	1924	Выдвинул коацерватную гипотезу
Джон Холдейн	1929	Сформулировал гипотезу первичного бульона. Первые органические вещества синтезировались из неорганических за счет солнечной радиации.
Стенли Миллер и Гарольд Юри	1953	Получили экспериментальные доказательства выдвинутых ранее гипотез. Сконструировали установку, в которой воспроизвели условия на древней Земле.
Т.Е. Павловская и А.Г.Пасынский	1957	Повторили опыт Миллера, заменив в газовой смеси водород на оксид углерода и использовали вместо электрических разрядов УФ излучение. В результате получили в смеси аминокислоты.

2 этап. Образование полимеров из мономеров (предбиологическая эволюция)

По мнению **А.И. Опарина** полимеризация происходила за счет **коацервации** – самопроизвольного разделения водного раствора мономеров на фазы с различной концентрацией.



Получение коацерватов в химической лаборатории Колледжа Драммондвилла, Квебек (Канада)

Химическая эволюция шла в направлении: РНК → белок;
РНК → ДНК → и-РНК → белок

Биохимическая теория, разработанная российским учёным Александром Ивановичем Опариным в 1922 году, считается основополагающей концепцией для понимания эволюции органического мира.

Согласно данной теории, первые органические молекулы образовались из простых неорганических веществ, таких как карбиды, окислы горных пород, углерод и водород.

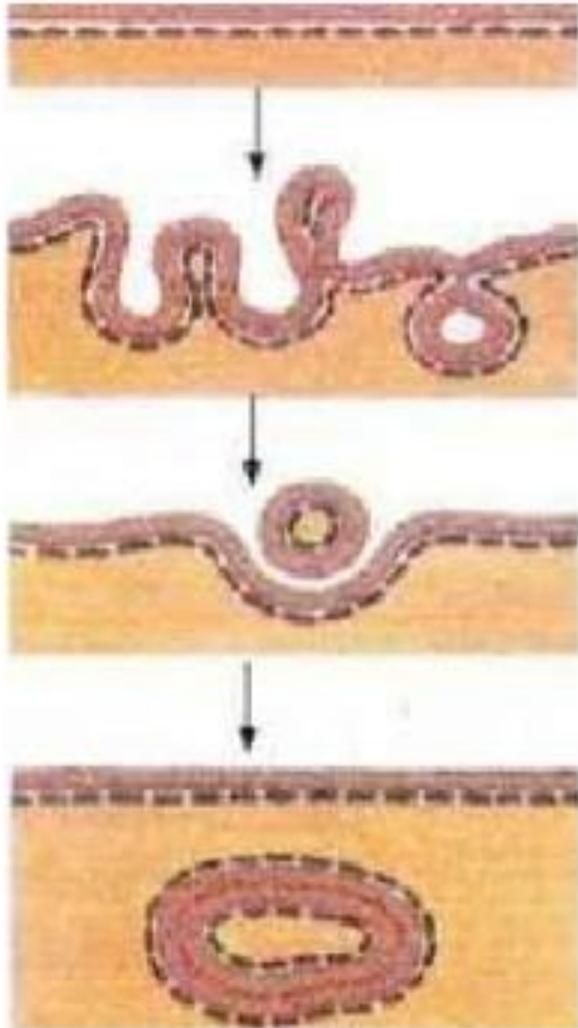
Энергия для этого процесса поступала от интенсивной солнечной радиации, преимущественно от ультрафиолетовой части спектра. Таким же образом под воздействием радиации, газовых разрядов, высоких температур и химических реакций формировались соединения, похожие на биологические: аминокислоты ; нуклеиновые кислоты ; липиды и другие.

Эти соединения накапливались как в земной атмосфере, так и в океане. Находясь в воде, вещества образовывали сгустки, называемые **коацерватными каплями** или **коацерватами**. Они формируются в результате объединения молекул и построения их комплексов.

Благодаря гидрофильным и гидрофобным свойствам молекул, **коацерваты** способны избирательно адсорбировать вещества из окружающей среды и набирать определённую структуру, то есть между коацерватами и средой установился прообраз **обмена веществ**.

На границе между коацерватами и внешней средой собирались молекулы липидов, что приводило к образованию примитивной **клеточной мембраны**.

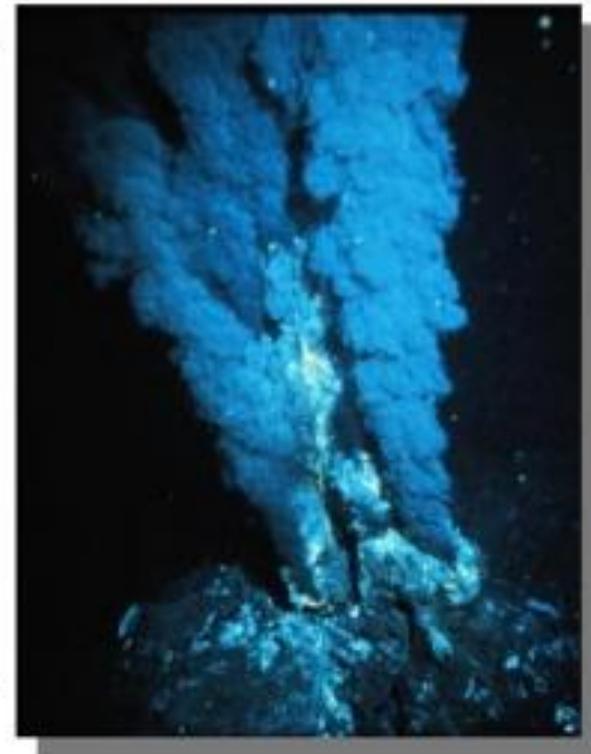
3 этап: Формирование мембран и возникновение пробионтов.



Пробионты – это молекулы РНК, окруженные белково-липидными мембранами. Не способны к обмену веществ.

В 1977 году в океанических желобах были обнаружены разломы «**черные курильщики**»:

- Глубина несколько тысяч метров
- Давление несколько сотен атмосфер
- Температура 300 °С
- Выделяют газы



Подлинное начало биологической эволюции ознаменовано возникновением пробионтов с кодовыми отношениями между белками и нуклеиновыми кислотами.

Взаимодействие белков и нуклеиновых кислот обусловило возникновение таких свойств живого, как самовоспроизведение, сохранение наследственной информации и ее передача последующим поколениям.

Вероятно, на более ранних этапах преджизни существовали независимые друг от друга молекулярные системы полипептидов и полинуклеидов с весьма несовершенным обменом веществ и механизмом самовоспроизведения. Огромный шаг вперед был сделан именно в тот момент, когда произошло их объединение: способность к самовоспроизводству нуклеиновых кислот дополнилась каталитической активностью белков.

Пробионты, в которых обмен веществ сочетался со способностью к самовоспроизведению, имели наилучшую перспективу сохраниться в предбиологическом отборе.

Дальнейшее их развитие уже полностью приобрело черты биологической эволюции, которая и осуществлялась на протяжении не менее чем 3,5 млрд. лет.

Кроме теории Опарина, **существует теория, согласно которой жизнь началась с возникновения самовоспроизводящихся молекул нуклеиновых кислот. Следующим этапом было установление связей между ДНК и РНК и способность РНК синтезироваться на матрице ДНК. Установление связи ДНК и РНК с возникшими в результате абиогенного синтеза молекулами белков есть третий этап эволюции жизни.**

Гипотеза РНК-мира

- ▶ Мир РНК — гипотетическая стадия возникновения жизни на Земле, в которой функции как хранения генетической информации, так и катализа химических реакций выполняли ансамбли молекул РНК. Впоследствии из их ассоциаций возникла современная ДНК-РНК-белковая жизнь, обособленная мембраной от внешней среды.
- ▶ В начале 1980-х годов была открыта каталитическая способность РНК. Также РНК способны создавать двойную цепочку и самореплицироваться
- ▶ Идея РНК мира была впервые высказана Карлом Вёзе в 1968 году, позже развита Л. Оргелем и окончательно сформулирована Уолтером Гильбертом в 1986 году.



Структура рибозима — молекулы РНК, выполняющей функцию катализа

Таким образом, РНК могли существовать полностью автономно, катализируя «метаболические» реакции, например, синтеза новых **рибонуклеотидов** и самовоспроизводясь, сохраняя из «поколения» в «поколение» каталитические свойства.

Накопление случайных мутаций привело к появлению РНК, катализирующих синтез определённых белков, являющихся более эффективным катализатором, в связи с чем эти мутации закреплялись в ходе естественного отбора. С другой стороны, возникли специализированные хранилища генетической информации — ДНК.

РНК сохранилась между ними как посредник.

Роль РНК в современном мире

Следы мира РНК остались в современных живых **клетках**, причём РНК участвует в критически важных процессах жизнедеятельности клетки:

1. Основной носитель энергии в клетках — **АТФ** — это **рибонуклеотид**, а не дезоксирибонуклеотид.
2. **Биосинтез белка** почти целиком осуществляется с помощью различных видов РНК:
 1. **матричные РНК** являются матрицей для синтеза белка в **рибосомах**;
 2. **транспортные РНК** доставляют **аминокислоты** к рибосомам и реализуют **генетический код**;
 3. **рибосомная РНК** составляет активный центр рибосом, катализирующий образование **пептидной связи** между аминокислотами.
3. Для **репликации ДНК** также критически важна РНК:
4. В процессе **обратной транскрипции** информация из РНК переписывается в ДНК.

Кроме того, многие **вирусы** хранят свой генетический материал в виде РНК и поставляют в заражённую клетку РНК-зависимую РНК-полимеразу для его репликации.

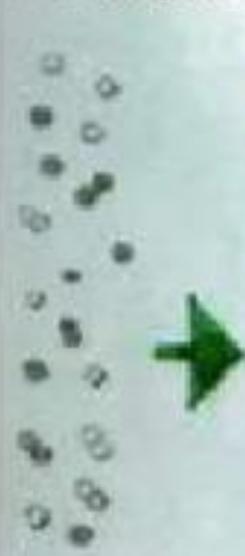


кислород

углекислый газ

Начало органической ЭВОЛЮЦИИ

органические
молекулы



нуклеиновые
кислоты



анаэробные
бактерии



начало
фотосинтеза



водоросли



простейшие



бактерии



растения

животные



**~3,5 млрд. лет назад –
простейшие анаэробы.
Вода – первая среда жизни
на Земле.**

***Древнейшая биосфера возникла в
гидросфере, существовала в ее
пределах и носила гетеротрофный
характер***

Как развивалась жизнь на Земле?

Развитие жизни на Земле началось около 3,5 млрд. лет назад, когда наступила эпоха биологической эволюции, которая продолжается и сейчас.

Всё развитие можно разделить на несколько этапов (эр).

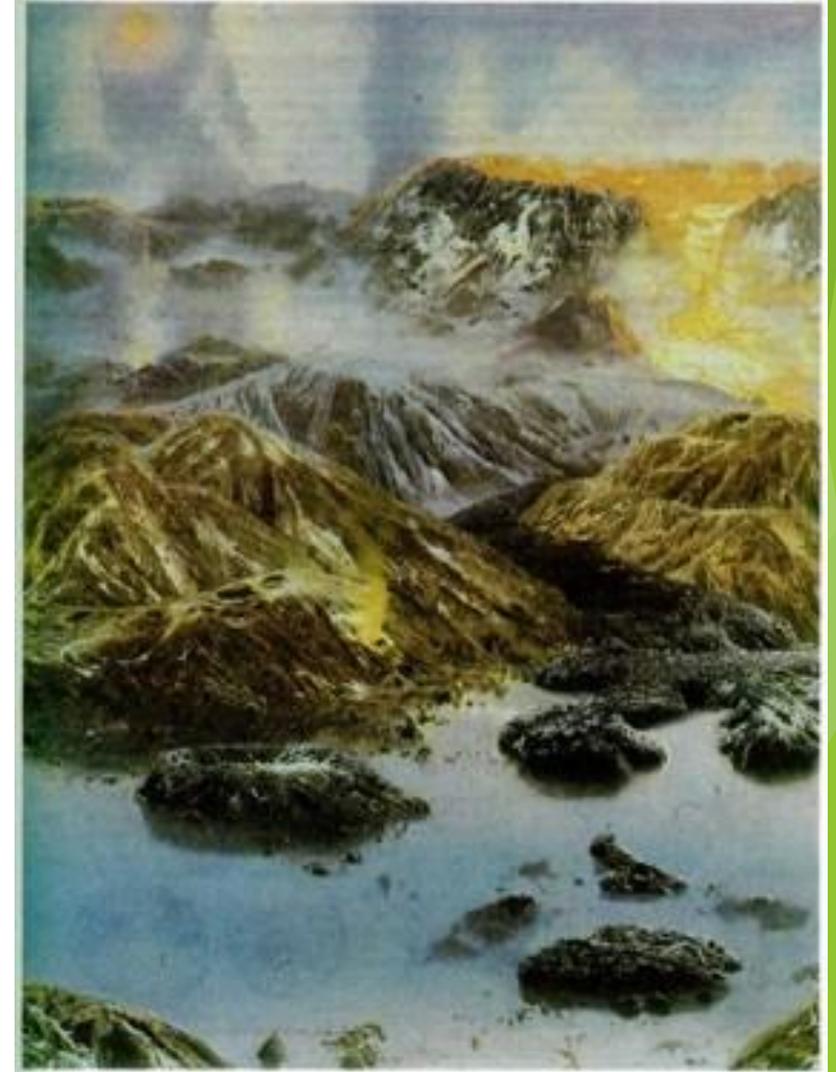


Архейская эра

- ▶ Возникновение автотрофных организмов

- ▶ Фотосинтез

Автотрофные фотосинтезирующие прокариоты (цианобактерии) выделяли свободный кислород. Его накопление изменило атмосферу и оказало решающее влияние на всю дальнейшую эволюцию живого. Наличие кислорода привело к появлению более выгодного кислородного типа обмена веществ и возникновению аэробных организмов.





Первыми автотрофами стали прокариоты – организмы, не обладающие оформленным клеточным ядром – синезеленые водоросли. Побочным продуктом их жизнедеятельности был кислород.

Протерозойская эра

▶ Возникновение эукариот

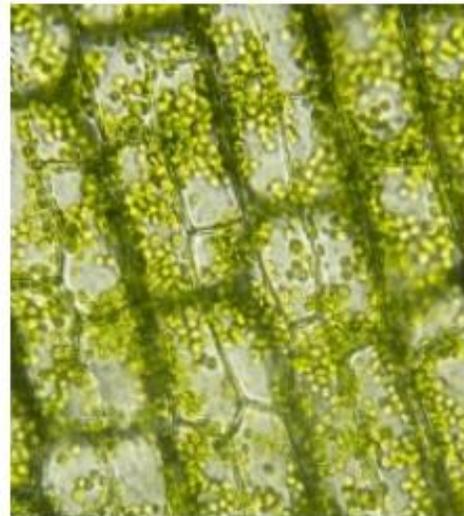
Клетки, содержащие ядро

▶ Возникновение полового процесса

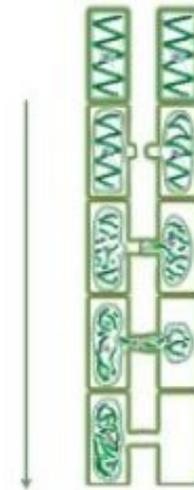
Половой процесс резко повышает возможность приспособления к условиям среды, вследствие создания бесчисленных комбинаций в хромосомах.

▶ Возникновение многоклеточности

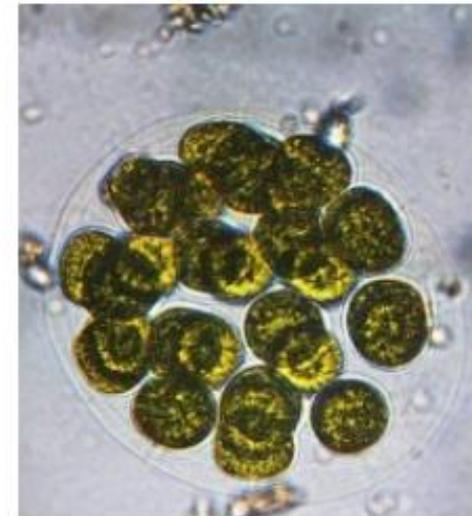
Многоклеточность позволяет наиболее полно использовать резерв наследственной изменчивости, что ускоряет эволюционные изменения.



Фотосинтез

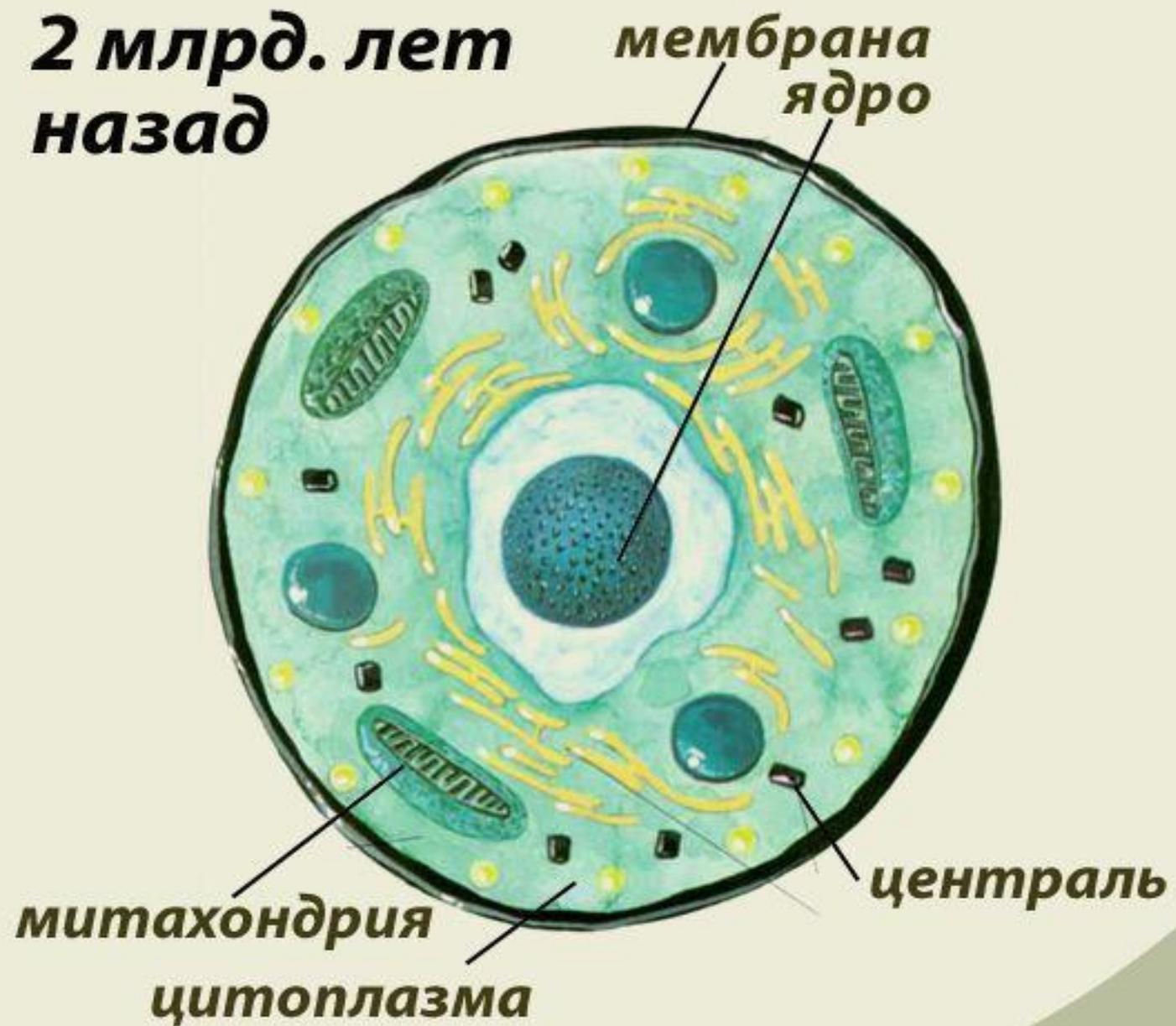


Половой процесс



Многоклеточность

**2 млрд. лет
назад**



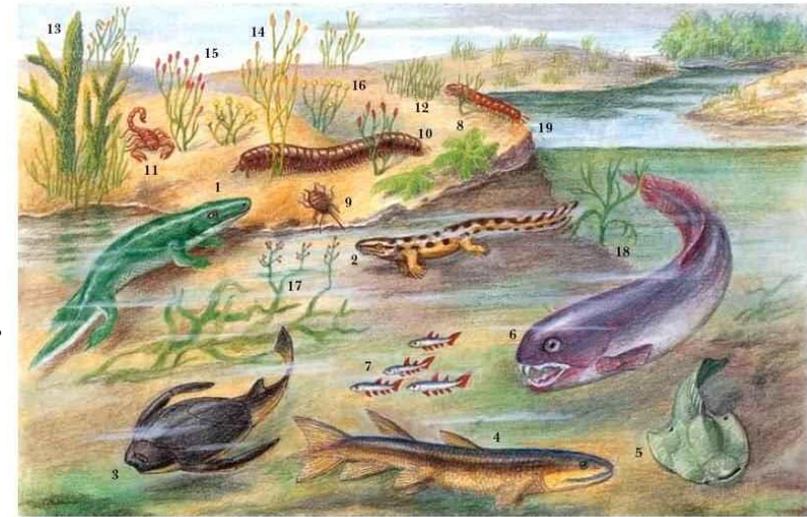
Палеозойская эра

Первый период Палеозойской эры - кембрийский, начался с массового распространения живых организмов с **минеральным скелетом**.

На протяжении Палеозоя возникает огромное количество типов и классов живых существ. Жизнь очень сильно усложняется. Амфибии, рептилии, рыбы.

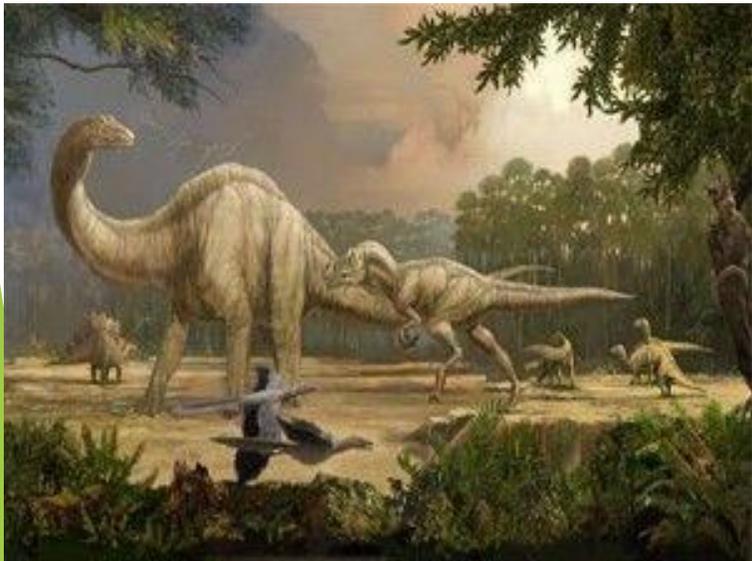
С середины Палеозоя жизнь начинает осваивать еще одну среду - воздушную.

В конце палеозоя исчезло до 95% видов земной фауны.



Девонский период. Представители флоры и фауны:
1 – туллетон; 2 – акаитостега; 3 – богриолепис; 4 – эустенодон; 5 – псаммолепис; 6 – плуродстеус; 7 – акадоты; 8 – папоротник; 9 – таракан; 10 – многоножка; 11 – скорпион; 12 – хорнеофитон; 13 – астероксилон; 14 – ринии; 15 – алгофитон; 16 – кукоция; 17 – тиньокрода; 18 – аостерофиллум; 19 – стовожа

Мезозойская эра



Эра динозавров. Возникли и другие группы рептилий. Современные млекопитающие, сначала сумчатые, а затем и плацентарные. Далее выделились группы копытных, насекомоядных, хищников и приматов.

Настоящая революция в биосфере произошла с появлением покрытосеменных — цветковых растений.

Это повлекло за собой увеличение разнообразия насекомых, которые стали опылителями цветов. Постепенное распространение цветковых растений изменило облик наземных экосистем.

Закончился Мезозой знаменитым массовым вымиранием, больше известным как «вымирание динозавров».

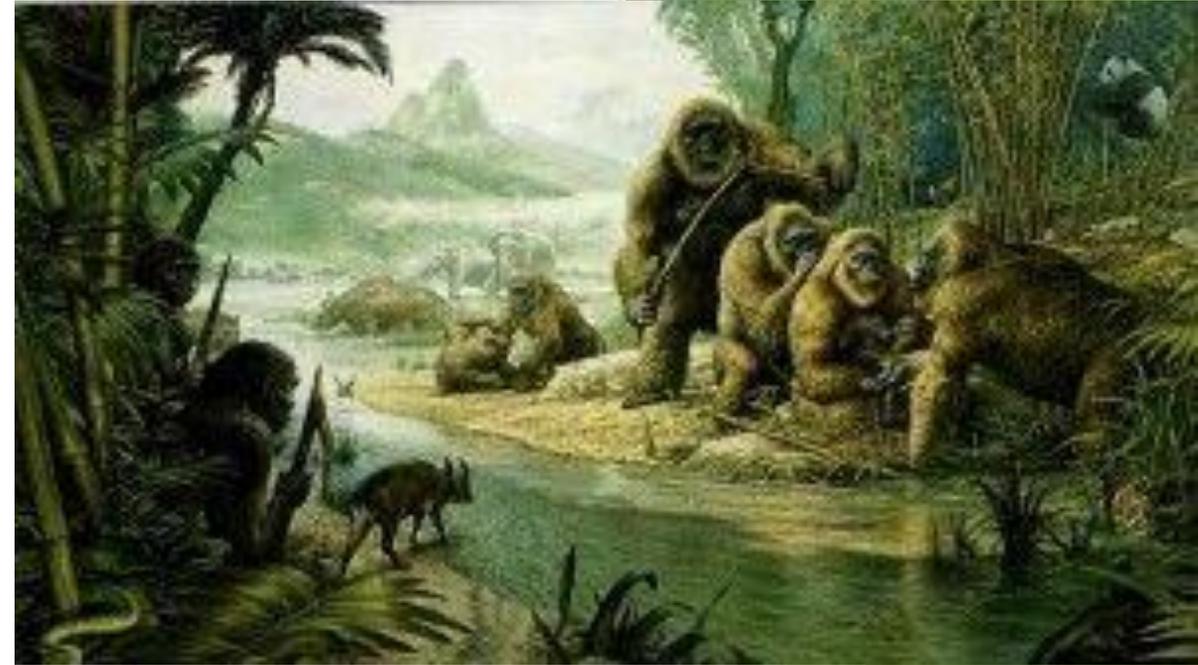
Кайнозойская эра

67 млн. лет назад.

Мир млекопитающих, птиц, насекомых и растений огромен.

В предыдущий период произошли значительные похолодания, которые внесли некоторые изменения в процесс размножения растений. Преимущества получили покрытосемянные.

8 млн. лет назад - период формирования современных существ и приматов.



Основные этапы развития биосферы Земли

Реальная шкала времени, лет назад	"Годовая" шкала времени	Этапы эволюции
4,0 млрд.	1 января	Образование органических молекул
3,7 млрд.	1 февраля	Первые бактерии
3,3 млрд.	1 марта	Бактериальные колонии
3,0 млрд.	1 апреля	Нитчатые фотосинтезирующие бактерии
3,0 – 2,6 млрд.	апрель	Рост разнообразия бактерий
2,0 млрд.	1 июля	Высокое разнообразие бактерий, развитие сложноорганизованных клеток
1,4 млрд.	1 сентября	Первые сложные клетки, характерные для животных и высших растений
1,4 – 0,7 млрд.	сентябрь – октябрь	Быстрый рост разнообразия жизненных форм в морях, появление всех типов беспозвоночных

Реальная шкала времени, лет назад	"Годовая" шкала времени	Этапы эволюции
500 млн. – 400 млн.	10 – 20 ноября	Первые челюстноротые рыбы, "век рыб"
400 млн. – 300 млн.	20 – 30 ноября	"Век амфибий", начало освоения суши
300 млн. – 60 млн.	1 декабря – 20 декабря	"Век динозавров"
200 млн.	15 декабря	Первые млекопитающие
60 млн.	20 декабря	Начало господства млекопитающих и птиц
6,5 млн.	31 декабря, 10 часов	Начало эволюции человека
3,0 млн.	31 декабря, 16 часов	Первый человек
40 тыс.	31 декабря, 23 часа 52 минуты	Человек разумный (<i>homo sapiens</i>)
10 тыс.	31 декабря, 23 часа 58 минут	Начало развития сельского хозяйства
300	31 декабря, 23 часа 59 минут 58 секунд	Начало промышленной и научно-технической революций

Наша эпоха

Бактерии Грибы Растения Животные

3



4 млрд лет

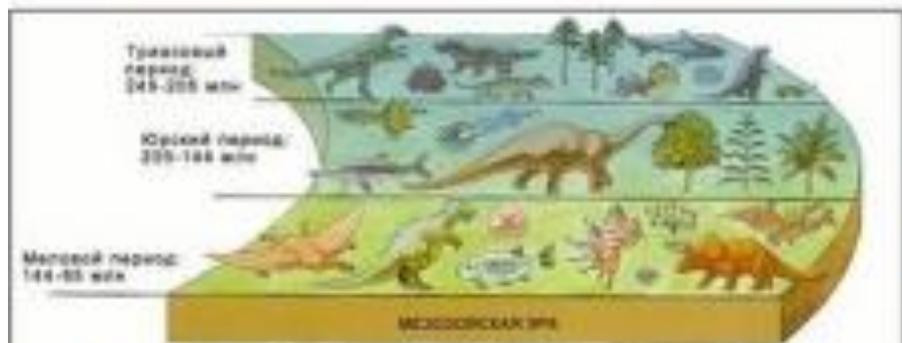
2

Пробионты
Биополимеры

5 млрд лет

1

Низкомолекулярные органические соединения



Этапы развития биосферы по В.И. Вернадскому

- Появление первичных автотрофов
- Появление животных с кальциевым скелетом
- Формирование лесных биогеоценозов
- Создание ноосферы



Этапы эволюции биосферы по В.И. Вернадскому

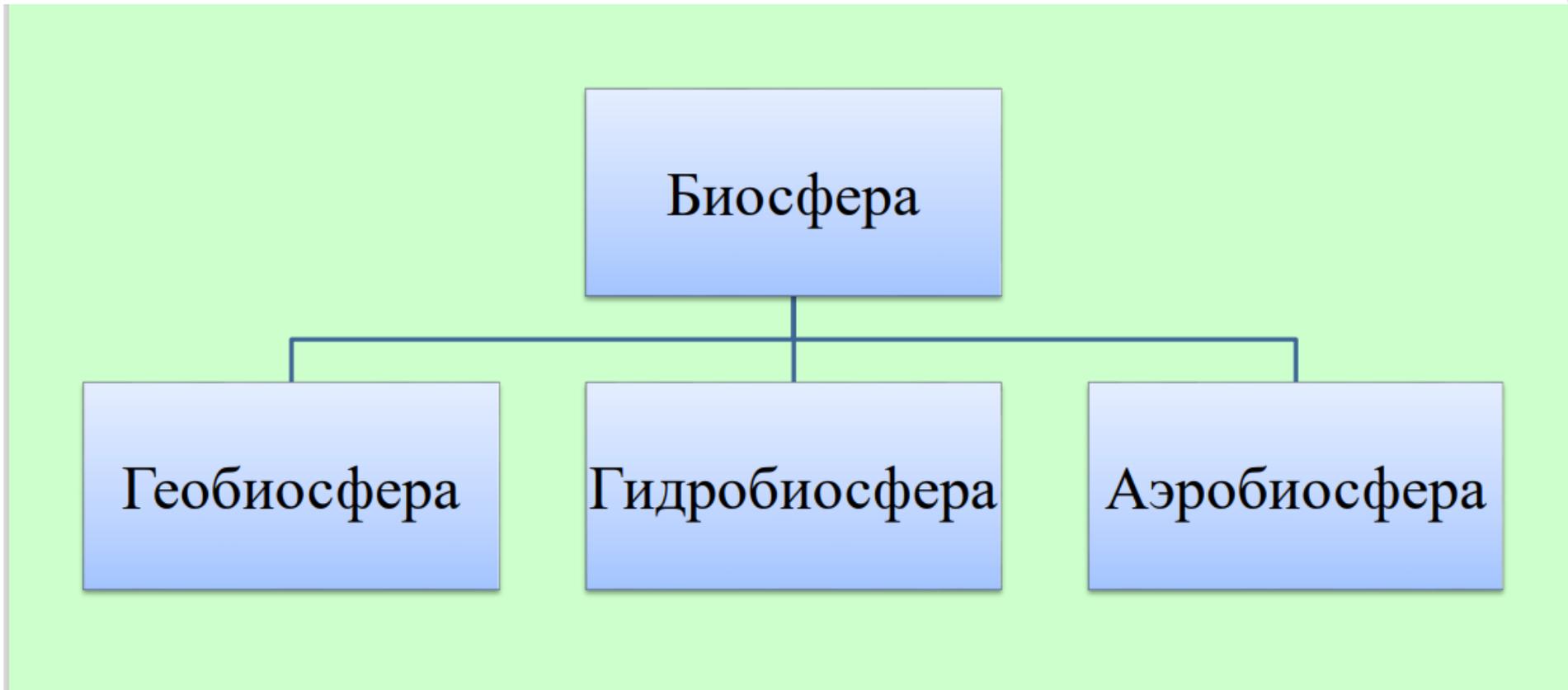
Жизнь возникла не сразу, а в результате длительной эволюции, взаимодействия абиотических и биотических факторов.

Этапы эволюции биосферы по В.И. Вернадскому:

1. Возникновение жизни и первичной биосферы, в котором главенствующее положение отведено химическим реакциям и климатическим изменениям.
2. Появление новых и разнообразных одно- и многоклеточных организмов. Здесь главной является биологическая эволюция.
3. Появление человека и общества, которое начинает по-своему и в своих интересах воздействовать на биосферу, превращая ее в ноосферу или новое эволюционное состояние биосферы.

Строение и границы биосферы:

Биосферу как место современного обитания организмов вместе с самими организмами можно разделить на три подсферы:

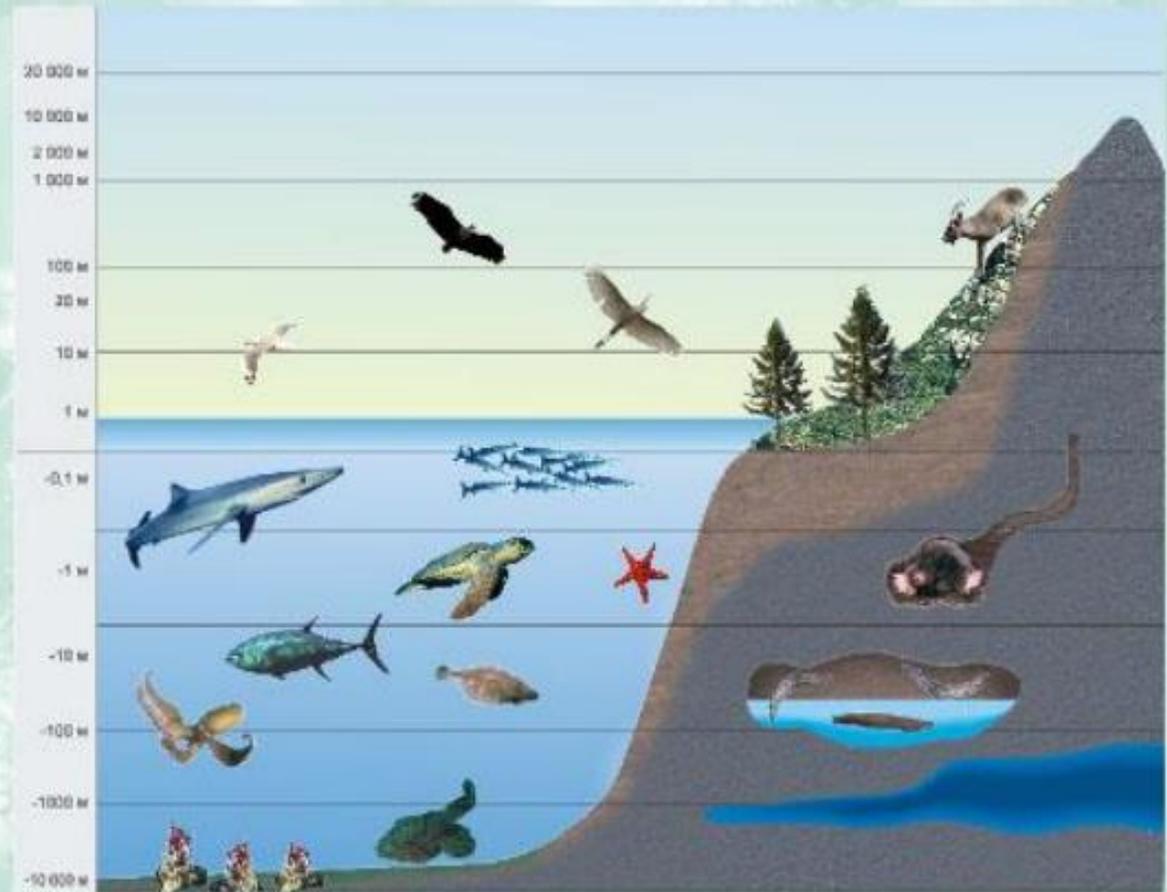


Границы биосферы

Биосфера имеет определенные границы.

Верхняя граница биосферы проходит на высоте примерно 20 км, где размещается озоновый слой, который защищает организмы от губительных ультрафиолетовых лучей. Таким образом, живые организмы могут существовать в тропосфере и нижних слоях стратосферы. В гидросфере земной коры организмы проникают на всю глубину Мирового океана - до 10-11 км. *Нижняя граница* биосферы размещается в литосфере на глубине 3-3,5 км. Распространение организмов вглубь Земли ограничивает высокая температура внутренних слоев Земли, достигающая 100 °С.

Таким образом, толщина биосферы составляет чуть больше 30 км.

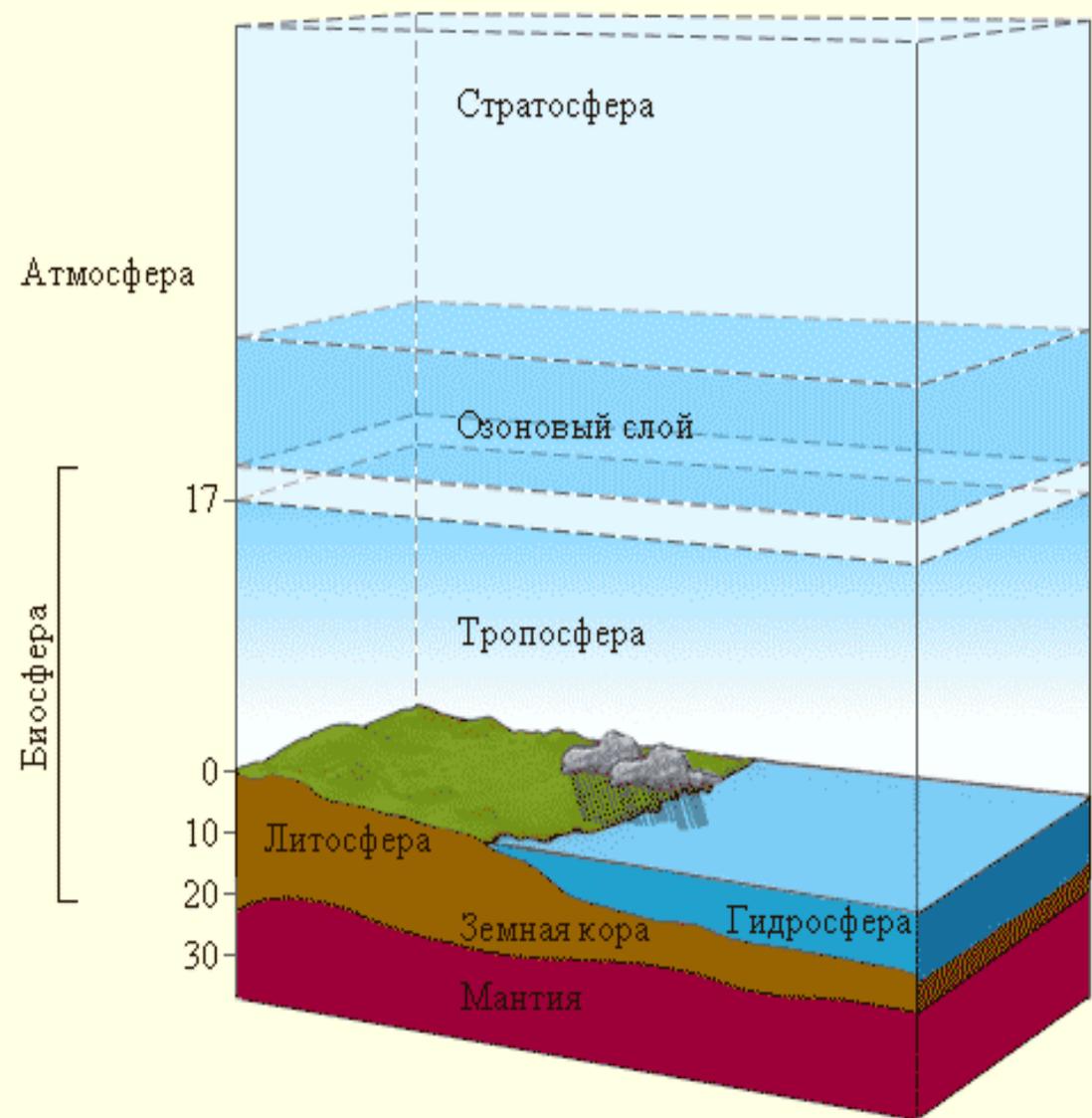


Границы биосферы.

Следовательно, биосфера – это та область Земли, которая охвачена влиянием живого вещества.

Таким образом
сфера жизни
охватывает
геосферы планеты:

- нижние слои атмосферы;
- верхнюю часть литосферы
- и гидросферу



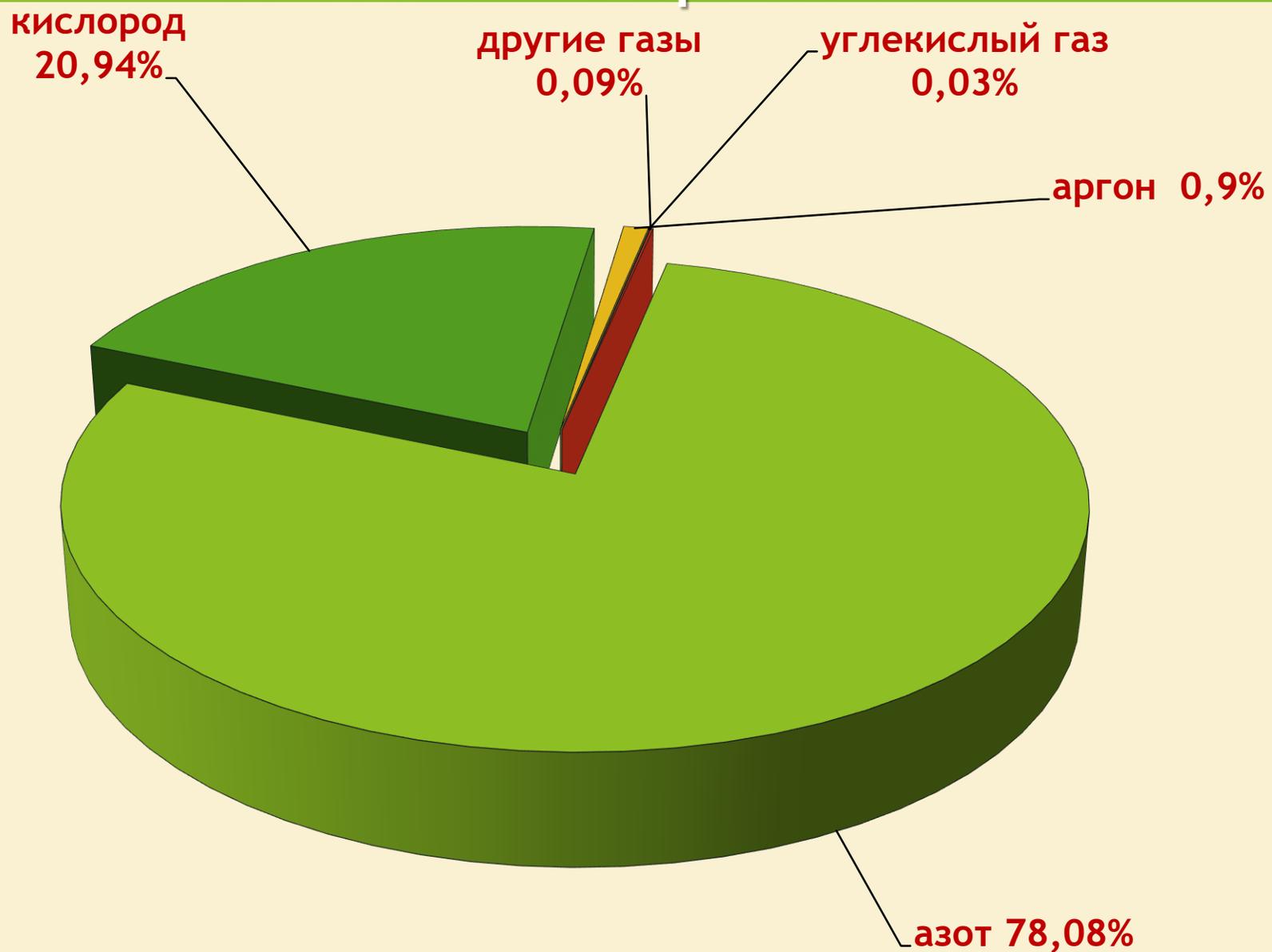
Основные оболочки Земли (геосферы)

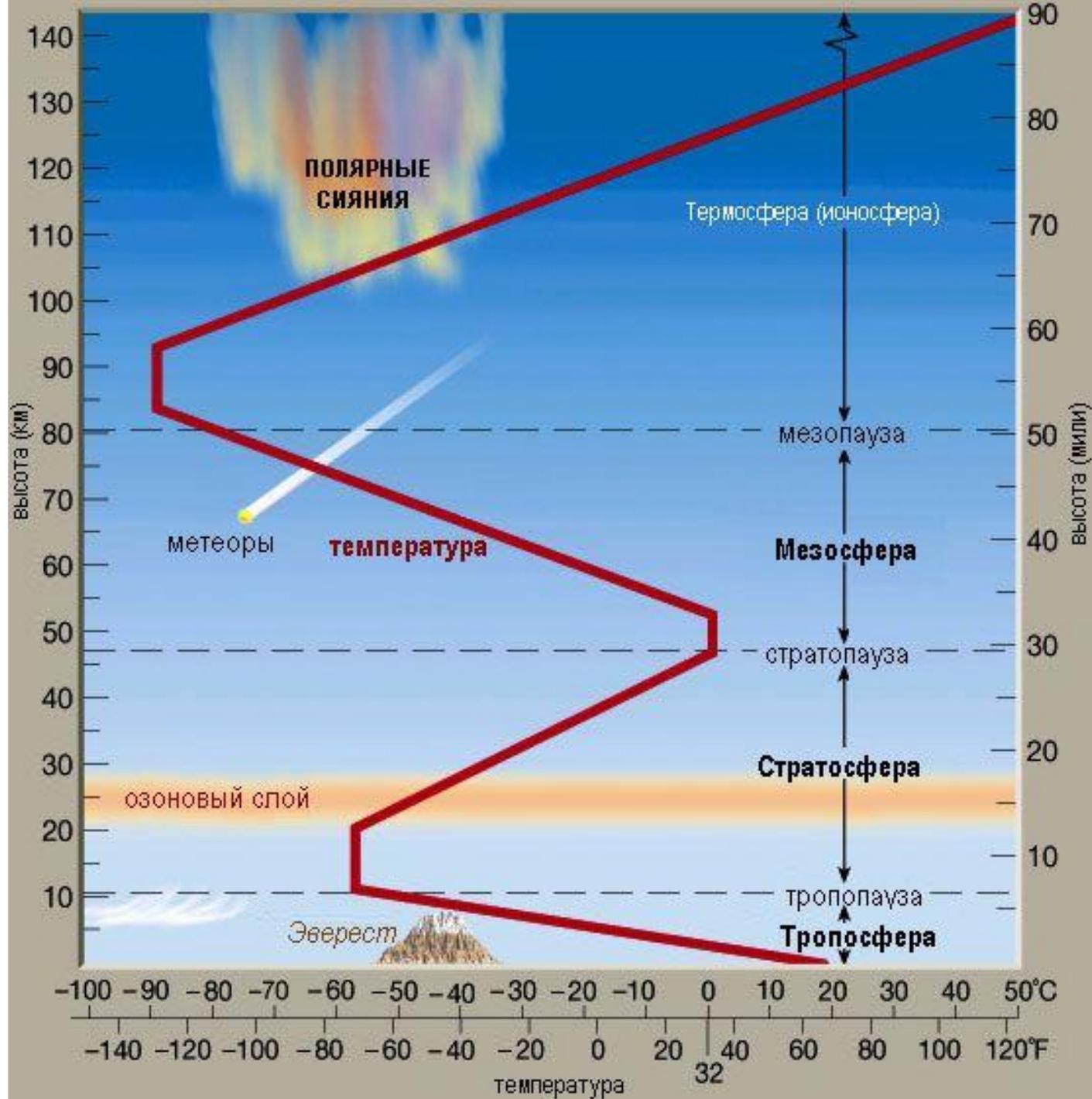
Атмосфера (термин был введен в 1765 году М.В. Ломоносовым)

- (от греч. *atmos* – пар и *sphaira* – шар),
- газовая оболочка, окружающая Землю



Химический состав атмосферного воздуха у земной поверхности





А Т М О С Ф Е Р А

Озоновый слой

- слой земной атмосферы, в котором сосредоточен озон (O_3).

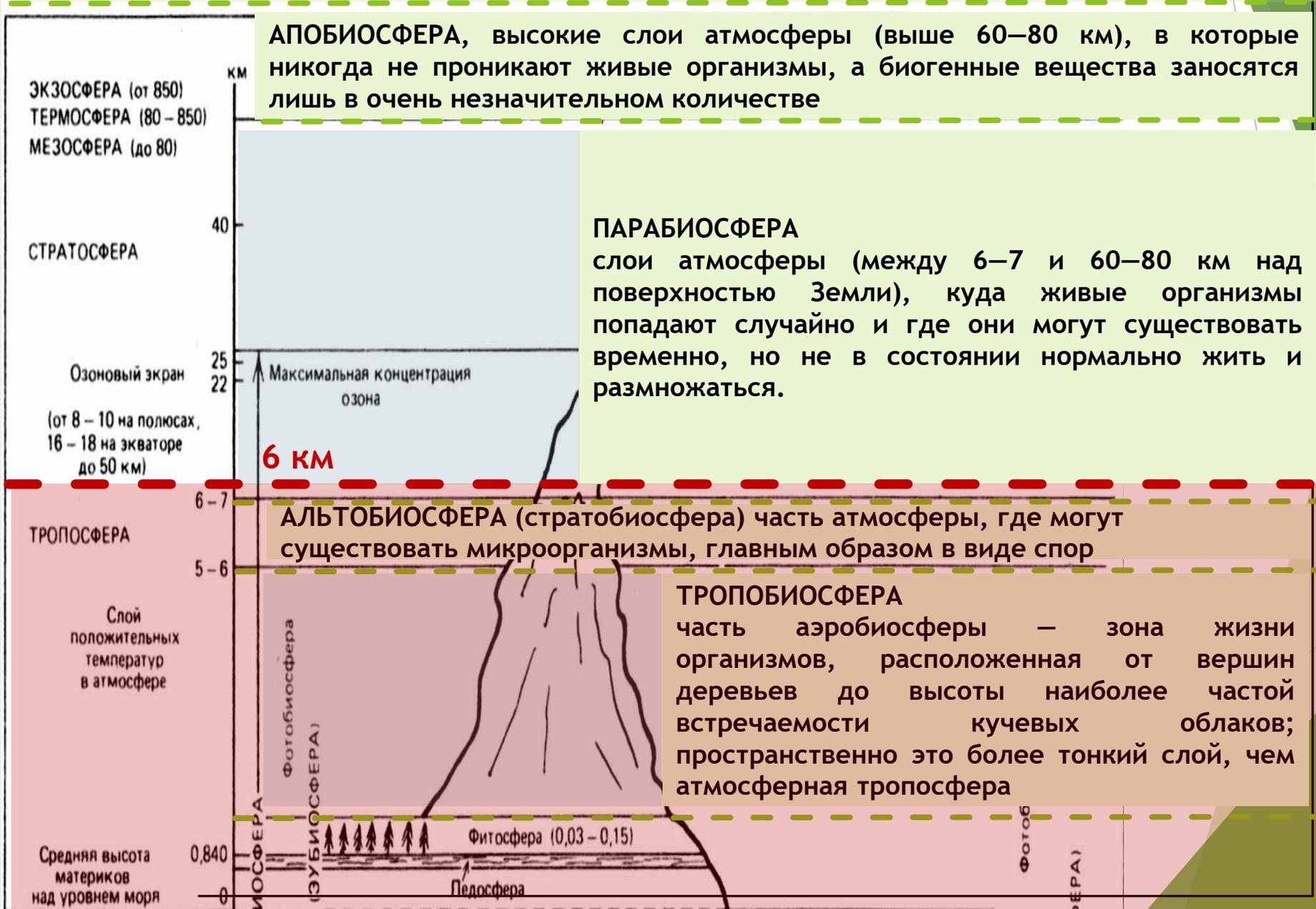
Создаваемый космическим излучением, озоновый слой поглощает большую часть солнечного ультрафиолетового излучения, таким образом защищая от него поверхность Земли.

Он достигает наибольшей плотности на высоте 21-26 км.

АЭРОБИОСФЕРА - нижняя часть атмосферы, населенная аэробиями



АРТЕБИОСФЕРА - пространство человеческой экспансии в околоземном пространстве



АЭРОБИОСФЕРА - нижняя часть атмосферы, населенная аэробиионтами

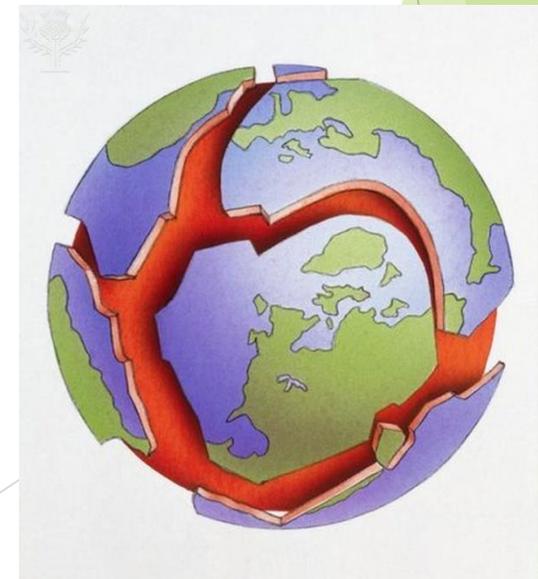
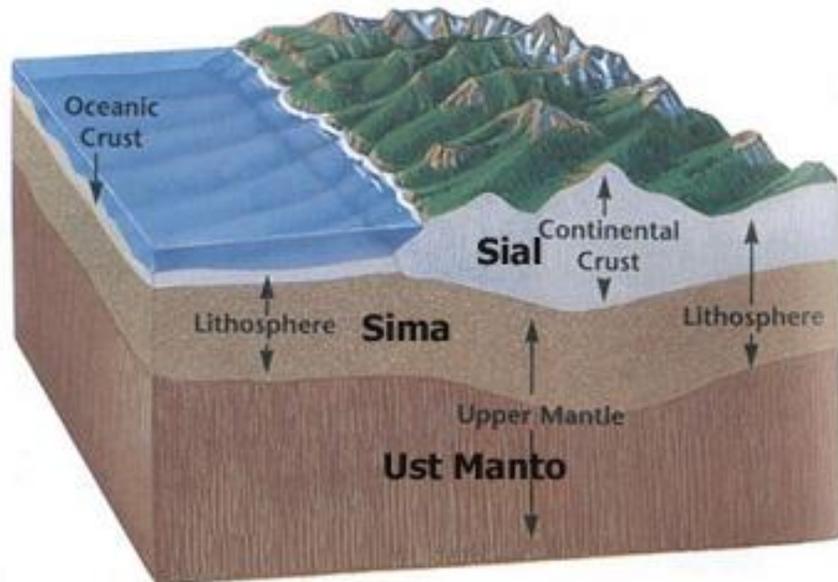
- ▶ Протяженность биосферы ввысь ограничена в основном недостатком жидкой воды и низким парциальным давлением углекислого газа.
- ▶ В горах хлорофилл содержащие растения живут и даже цветут (лютик бахромчатый) на высоте 6400 м (Гималаи). На еще больших высотах встречаются мхи и лишайники, а также некоторые животные (например, пауки, клещи). Они питаются ногохвостками, а те, в свою очередь, довольствуются зернами пыльцы, спорами растений и микроорганизмами, заносимыми туда ветром. Высокогорную область биосферы называют золовой зоной. Еще выше живые организмы попадают лишь случайно.
- ▶ Еще одним лимитирующим фактором проникновения жизни вверх является жесткое космическое излучение.

Основные оболочки Земли (геосферы)

ЛИТОСФЕРА (термин был введен в употребление американским ученым Баррелом в 1916 году)

(от лито... - камень и греч. *sphaira* – шар)

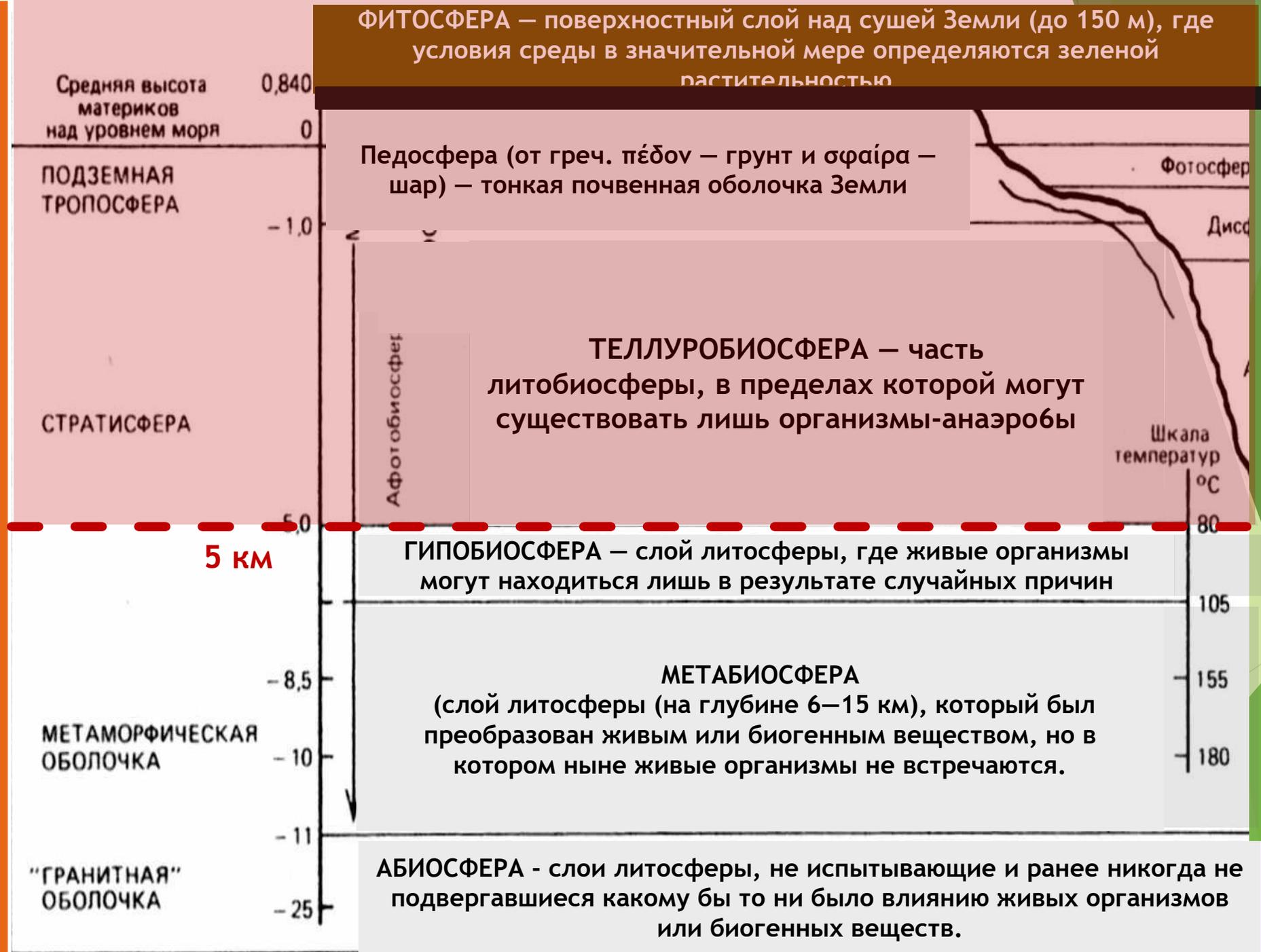
верхняя твердая оболочка Земли, ограниченная сверху атмо- и гидросферой, а снизу – астеносферой



ГЕОБИОСФЕРА - верхняя часть литосферы, населенная геобионтами.



Геобиосфера



- ▶ В геобиосфере живые организмы проникают на ничтожную глубину. Основная их масса сосредоточена в верхнем слое почвы мощностью в несколько десятков сантиметров, и редко кто проникает на несколько метров или десятков метров вглубь (корни растений, дождевые черви). Проникновение зеленых растений в глубь литосферы невозможно из-за отсутствия света. Механические свойства горных пород, слагающих литосферу, также препятствуют распространению в них жизни. Наконец, с продвижением в недра Земли возрастает температура. Однако глубокое бурение показало наличие живых микроорганизмов на глубинах более 3 км, в том числе ниже дна океанов.

Педосфера

- ▶ Синоним «почва», «эдафосфера»
- ▶ Функция поддержания жизни на Земле
- ▶ Обеспечение взаимодействия большого геологического и малого биологического круговоротов веществ.
- ▶ Регулирование состава атмосферы и природных вод.
- ▶ Регулирование интенсивности биосферных процессов, в частности плотности и продуктивности населяющих поверхность почвы организмов.
- ▶ Накопление на земной поверхности органического вещества – гумуса и связанных с ним энергии и плодородия.
- ▶ Защита литосферы от интенсивного воздействия экзогенных факторов, вызывающих разрушение горных пород.
- ▶ Незаменимый природный ресурс.



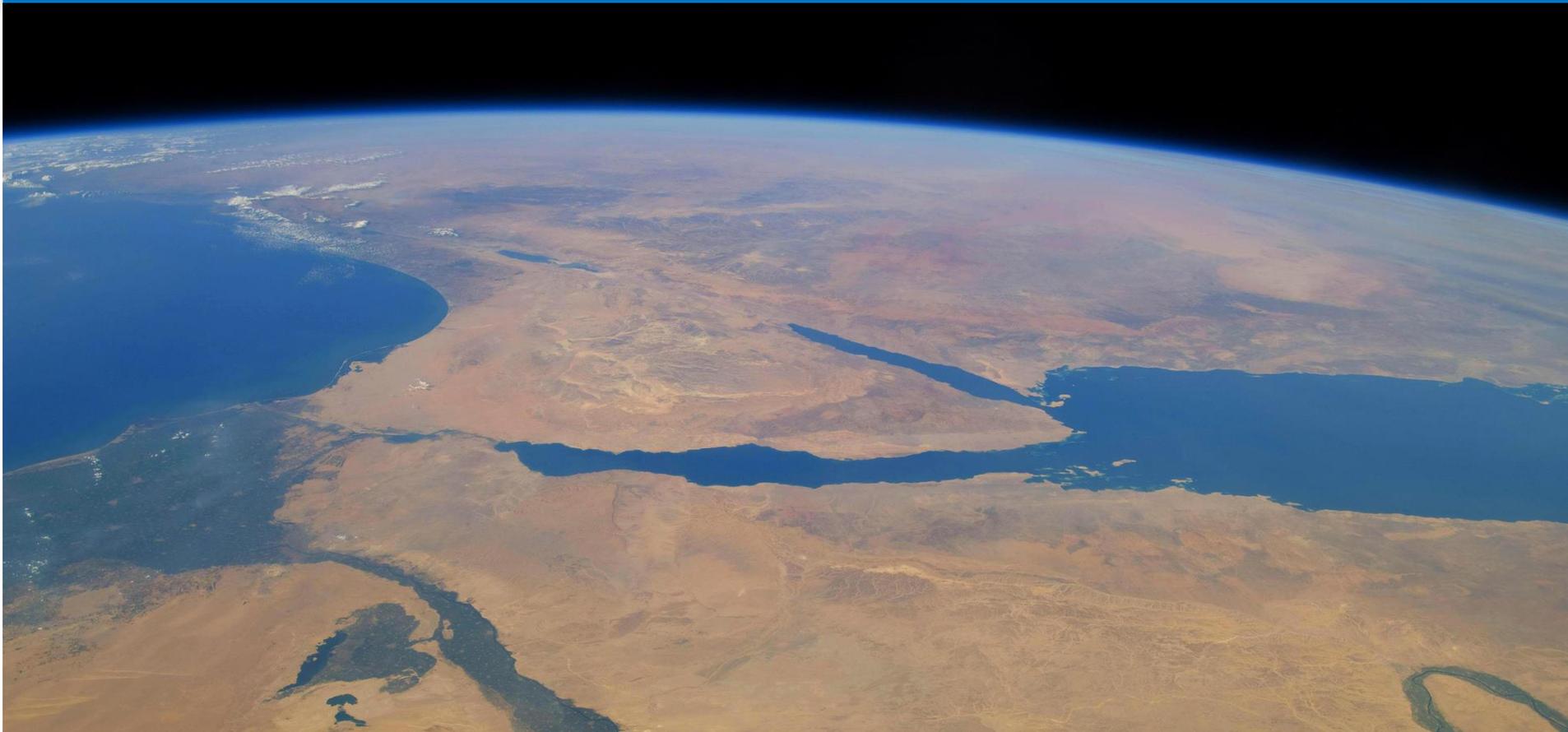
Педосфера в системе земных геосфер — узел связей.



Основные оболочки Земли (геосферы)

ГИДРОСФЕРА (понятие введено австрийским геологом Эдуардом Зюссом)

(от гидро... - вода и греч. *sphaira* – шар),
прерывистая водная оболочка Земли



ГИДРОБИОСФЕРА - гидросфера без подземных вод, населенная гидробионтами





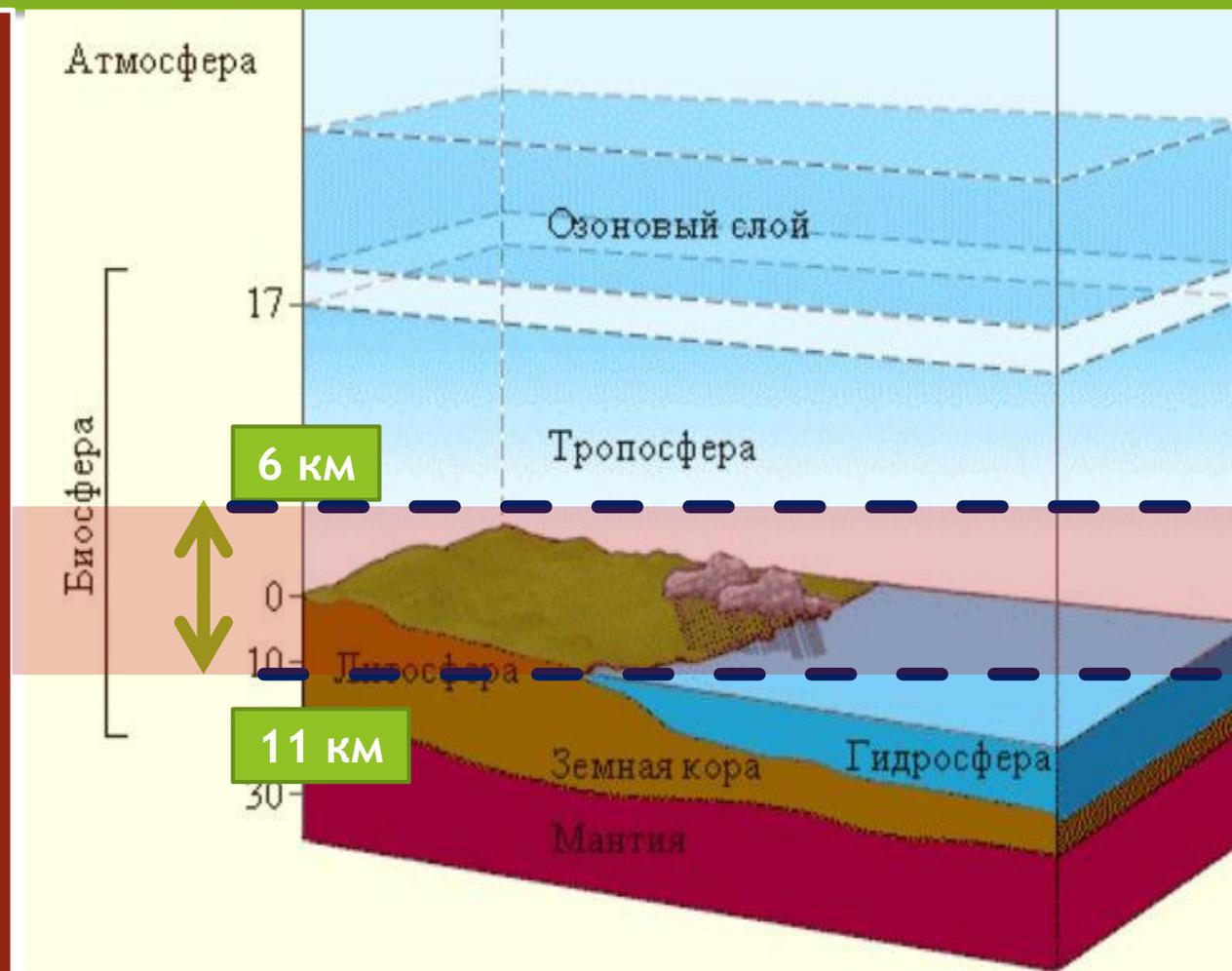
ГИДРОБИОСФЕРА - гидросфера без подземных вод, населенная гидробионтами

- ▶ **Фотобиосфера** - слой биосферы, освещаемый солнечными лучами. Биосфера по вертикали отчетливо разделяется на две зоны: верхнюю, в которой происходит фотосинтез (фотобиосфера), и нижнюю, где фотосинтетические реакции невозможны (меланобиосфера).
 - ▶ Граница между фотобиосферой и меланобиосферой на суше почти совпадает с дневной поверхностью: свет проникает в глубь почвы лишь на несколько миллиметров.
 - ▶ В водной среде положение границы определяется прозрачностью воды. Толщина зоны фотосинтеза изменяется от нескольких сантиметров в быстротекущих реках, несущих значительное количество ила, до первой сотни метров (максимально до 180 м) на удаленных от суши участках океана.
 - ▶ В соответствии с этим мощность фотобиосферы колеблется от нескольких миллиметров до первой сотни метров (на суше - вверх от земной поверхности: вековые леса, в океане - вниз от поверхности моря: зона фотосинтеза). Мощность меланобиосферы на 1-2 порядка больше: в океанах - это вся водная толща ниже зоны фотобиосферы и заселенный слой донных осадков, на континентах - слой биосферы от дневной поверхности до нижней границы распространения активной бактериальной жизни.
- Коренное отличие фотобиосферы от меланобиосферы состоит в структуре их живого вещества: в первом случае оно представлено фотоавтотрофами и гетеротрофами, во втором - фотоавтотрофы отсутствуют (однако в некоторых случаях их заменяют хемоавтотрофы). Впрочем, и среди гетеротрофов в меланобиосфере живут лишь виды, приспособившиеся к отсутствию света.

ПОЛЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЖИЗНИ

условия, при которых организмы могут давать потомство, т. е. увеличивать живую биомассу, или действенную энергию планеты.

По вертикали
слой
активной
жизни
занимает
17 км
(6+11 = 17).



- ▶ «Кирпичики» жизни могли превратиться в организмы земного облика только в **определенных условиях**, появившихся в какое-то время на нашей планете. Возможно, что жизнь была реализована и в других частях Вселенной, но где и в каких формах, неизвестно.
- ▶ **Основным фактором распространения жизни является солнечная энергия и жидкая вода.** Поэтому все живые организмы распределены главным образом в верхних слоях литосферы и гидросферы, а также во всей тропосфере.
- ▶ **Жидкая вода является, вероятно, более важным лимитирующим фактором в расселении организмов, чем свет.** Так, самые жаркие участки пустыни формально находятся вне биосферы.
- ▶ Пространственная локализация жизни обычно связывается с особенностями функционирования живых организмов. **«Пределы биосферы обусловлены прежде всего полем существования жизни»**, - писал В.И. Вернадский в 1926 г.
- ▶ **Протяженность биосферы ввысь ограничена в основном недостатком жидкой воды и низким парциальным давлением углекислого газа.** В горах хлорофиллсодержащие растения живут и даже цветут (лютик бахромчатый) на высоте 6400 м (Гималаи). На еще больших высотах встречаются мхи и лишайники, а также некоторые животные (например, пауки, клещи). Они питаются ногохвостками, а те, в свою очередь, довольствуются зернами пыльцы, спорами растений и микроорганизмами, заносимыми туда ветром. Высокогорную область биосферы называют золовой зоной. Еще выше живые организмы попадают лишь случайно.

- ▶ Гидробиосфера в отличие от атмосферы и литосферы заполнена жизнью по всей толще.
- ▶ Значительная асимметрия характерна для метабиосферы, охватывающей осадочные породы. Но и здесь граница на материках не опускается глубже отметок самых больших глубин океана, т.е. 11 км (температура достигает 200°С). Следовательно, ее максимальная мощность достигает 30 км. Теоретически пределы биосферы намного шире, поскольку в гидротермах дна океана на глубинах около 3000 м обнаружены организмы при температуре 250°С. При давлении 300 атм. вода здесь не кипит (пределы жизни ограничены точками превращения воды в пар и сворачивания белков). Перегретая жидкая вода обнаружена в литосфере до глубин 10,5 км. Глубже 25 км, по оценкам исследователей, должна существовать критическая температура 460°С, когда при любом давлении вода превращается в пар и жизнь принципиально невозможна.
- ▶ *Таким образом, укоренившееся мнение о том, что жизнь существует в сравнительно узком интервале физических и химических условий и сосредоточена преимущественно в приповерхностном слое Земли мощностью от нескольких десятков до первых сотен метров, требует кардинального пересмотра.* Установлено, что живые организмы обитают практически в любой среде, в том числе в атомных реакторах и на дне глубочайших океанических понижений в бескислородных условиях и среди химических соединений типа сероводорода, углеводородов и др. В рассеянной форме жизнь проникает в глубь Земли: по трещинам земной коры, искусственным выработкам и шахтам животные, растения и бактерии могут опускаться на глубину до 2,5-3 км и более. Нефть, залегающая глубоко от поверхности, также имеет своеобразную бактериальную флору. Установлено, что жизнь существует, даже если света ничтожно мало, давление составляет сотни атмосфер, а температура - сотни градусов Цельсия. Микроорганизмы сохраняются в космическом пространстве на стенках автоматических аппаратов.
- ▶ В 1985 г. в Атлантическом океане были обнаружены красные водоросли на глубине 270 м, где освещенность не превышает сотой или даже тысячной доли процента (до этого считалось, что фотосинтез не может происходить при освещенности менее 1%, и жизнь фотосинтезирующих организмов глубже 180-200 м невозможна). Тогда же на дне Тихого океана был найден сверхгорячий источник с температурой воды 400-430°С, в котором среди горячих рассолов («металлизированной воды») обитали бактерии, крупные раковины-моллюски, некоторые виды червей. Ранее бактерии были обнаружены на глубинах более 2500 м в «черных курильщиках» - термальных источниках на дне Тихого и Атлантического океанов, где температура была 300°С. Живое существо было найдено также в толще антарктических льдов, где в условиях холода и отсутствия кислорода невозможен фотосинтез. Заслуживает внимания и заявление исследователей о том, что местами в океанических глубинах обстановка для жизни более благоприятная, чем в приповерхностных слоях. Так, анализы проб воды с глубины около 1500 м показали наличие в 1 см³ воды от 200 до 400 тыс. бактерий, что значительно превышало их количество на поверхности океана.
- ▶ *Жизнеспособность некоторых видов организмов невероятна.* Энтомологи Бристольского университета в Англии высушили личинки современных комаров при температуре 100°С, погрузили их в жидкий гелий с температурой космического пространства (-269°С), облучили и вернули в привычную обстановку. После всего этого личинки продолжили свой биологический цикл, воспроизведя «здоровых» комаров.
- ▶ Подобные факты свидетельствуют о том, что жизнь могла существовать на протяжении всей истории Земли.

Биосфера включает:

1. Нижнюю часть атмосферы: **аэриобиосферу**
2. Всю гидросферу: **гидриобиосферу**
3. **Терриобиосферу**: поверхность суши
4. **Литобиосферу**: верхние горизонты твёрдой земной поверхности.

Слои биосферы:

1. **Эубиосфера** - живое вещество локализовано постоянно
2. **Парабиосфера** - верхние слои тропосферы
3. **Метабиосфера** - нижние слои литосферы.

Границы биосферы:

- Естественная верхняя граница биосферы - озоновый слой.
- Верхняя граница жизни расположена не выше 5-6 км над твердой оболочкой.
- Нижняя граница биосферы не превышает около 3 км на суше и 5,5 км в области океана.

Вопросы для контроля:

Вопрос 1

Биосфера состоит:

- 1 только из живых компонентов
- 2 из живых компонентов и отходов
- 3 из живых и неживых компонентов
- 4 из живых растений и микроорганизмов

Вопрос 2

Что такое биосфера?

- 1 Живая оболочка Земли
- 2 Биологическая оболочка Земли
- 3 Экологическая оболочка Земли
- 4 Биохимическая оболочка Земли

Вопросы для контроля:

Вопрос 3

Биосфера Земли — это:

1) полузакрытая система

2) открытая система

3) закрытая система

4) полуоткрытая система

Вопрос 4

Как называется часть биосферы, где живые организмы пребывают постоянно, а не эпизодически?

1) суббиосфера

2) пребиосфера

3) эубиосфера

4) пробиосфера

▶ Задание для самостоятельной работы:

▶ Проработать материал по тематике :

▶ Геологические эры и основные этапы развития жизни на Земле (сформировать представление об условиях существования жизни и их изменчивости во времени)

▶ Коацерватная гипотеза Опарина—Холдейна. Продолжение этой теории - теория биопоэза Джона Бернала.

▶ Гипотеза РНК-мира

▶ Определение и границы биосферы. Атмосфера: структура, динамика протекающих процессов. Гидросфера: структура, функции в биосфере. Литосфера: структурные составляющие - почва, вода, воздух, органическое вещество.

▶ Компонентная составляющая биосферы: аэро-, гидро-, геобиосфера.