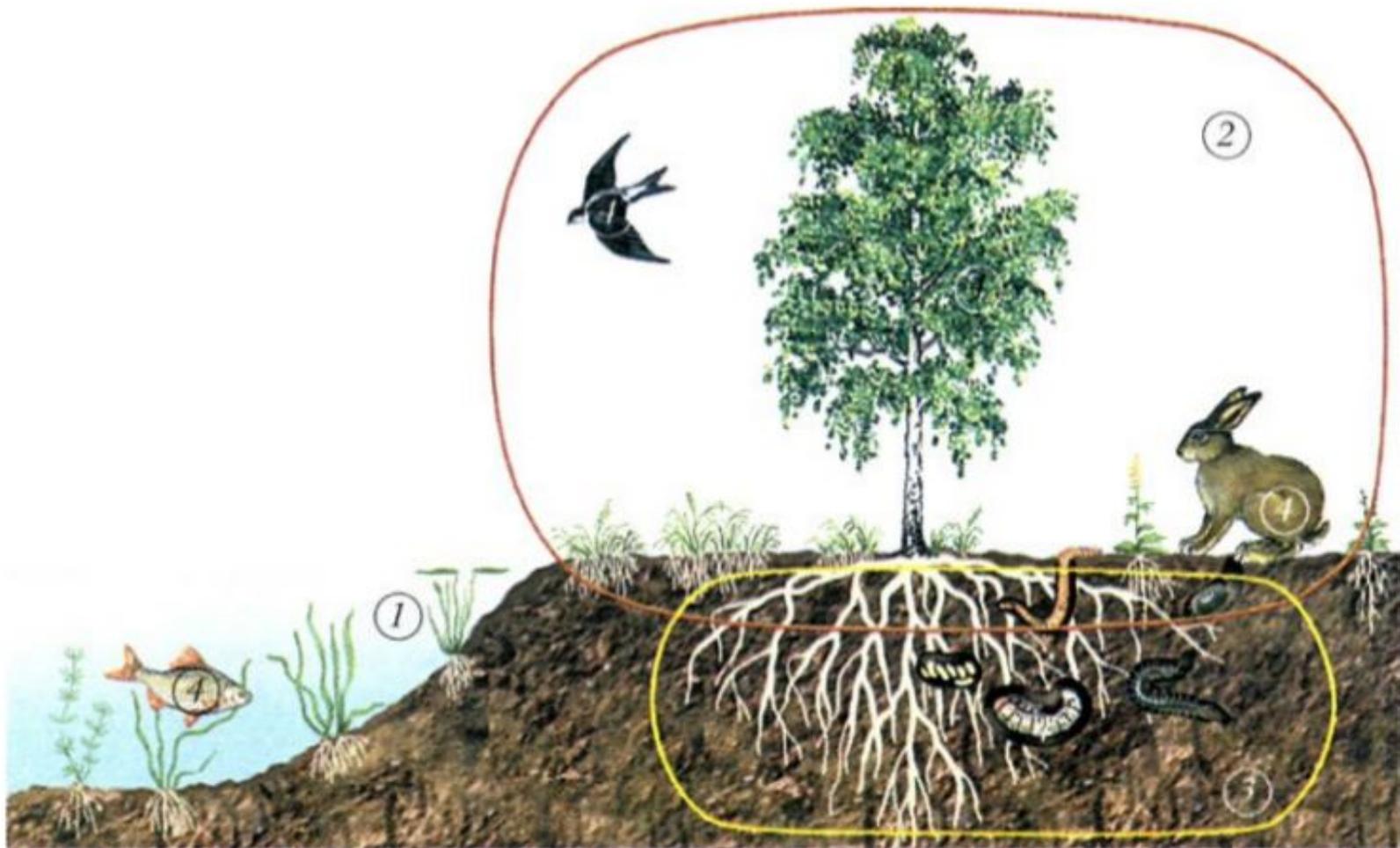


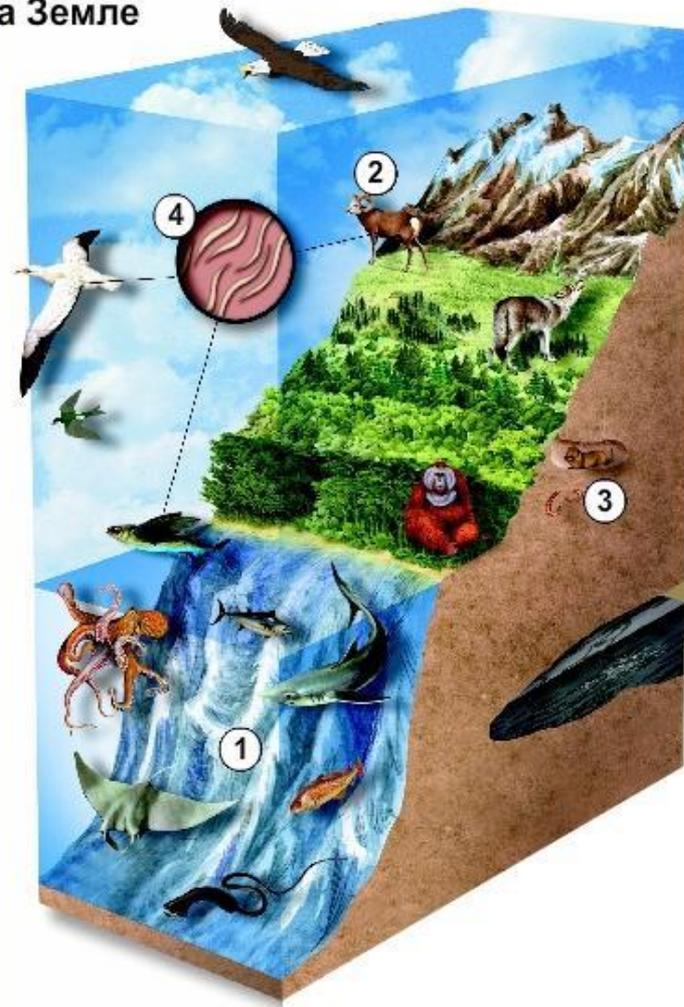
Среды жизни и адаптации к ним организмов.

Келин Е.А.



На нашей планете живые организмы освоили **четыре основные среды обитания**, сильно различающиеся по специфике условий. Водная среда была первой, в которой возникла и распространилась жизнь. В последующем живые организмы овладели наземно-воздушной средой, создали и заселили почву.

Среды жизни на Земле



- 1 — водная
- 2 — наземно-воздушная
- 3 — почвенная
- 4 — организменная

Четвертой специфической средой жизни стали сами живые организмы, каждый из которых представляет собой целый мир для населяющих его паразитов или симбионтов.

Изменения факторов среды в различных средах жизни

Факторы среды	Наземно - воздушная	Водная	Почвенная	Организменная
Кислород	Достаточно	Не хватает	Недостаточно	Недостаточно, нет
Вода	Часто не хватает	Предостаточно	Достаточно	Достаточно
Температура	Значительно изменяется	Изменяется	Ровная	Ровная
Свет	Достаточно	Мало	Нет	Нет



Гидросфера

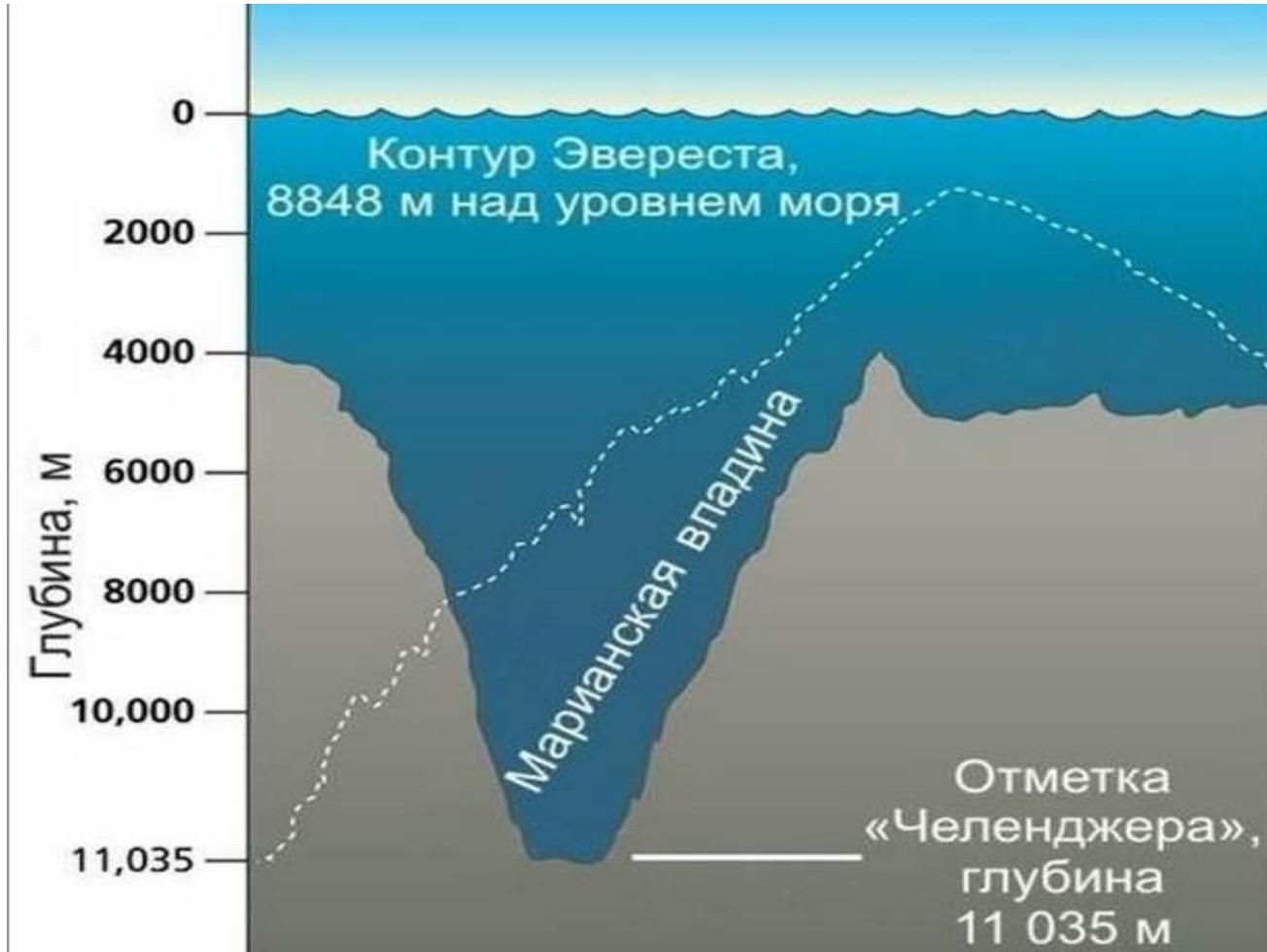
Гидросфера (от гидро... и сфера), прерывистая водная оболочка Земли, располагающаяся между атмосферой и твёрдой земной корой (литосферой) и представляющая собой совокупность океанов, морей и поверхностных вод суши.



- В состав гидросферы включают также подземные воды, лёд и снег Арктики и Антарктики, а также атмосферную воду и воду, содержащуюся в живых организмах. **Основная масса воды** гидросферы сосредоточена в морях и океанах, второе место по объёму водных масс занимают подземные воды, третье — лёд и снег арктических и антарктических областей.
- **Преобладающие элементы** химического состава гидросферы: Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl , S , C .
- **Большое экологическое значение имеют высокая плотность и вязкость воды.**
- **Основные лимитирующие факторы:** недостаток кислорода и света.



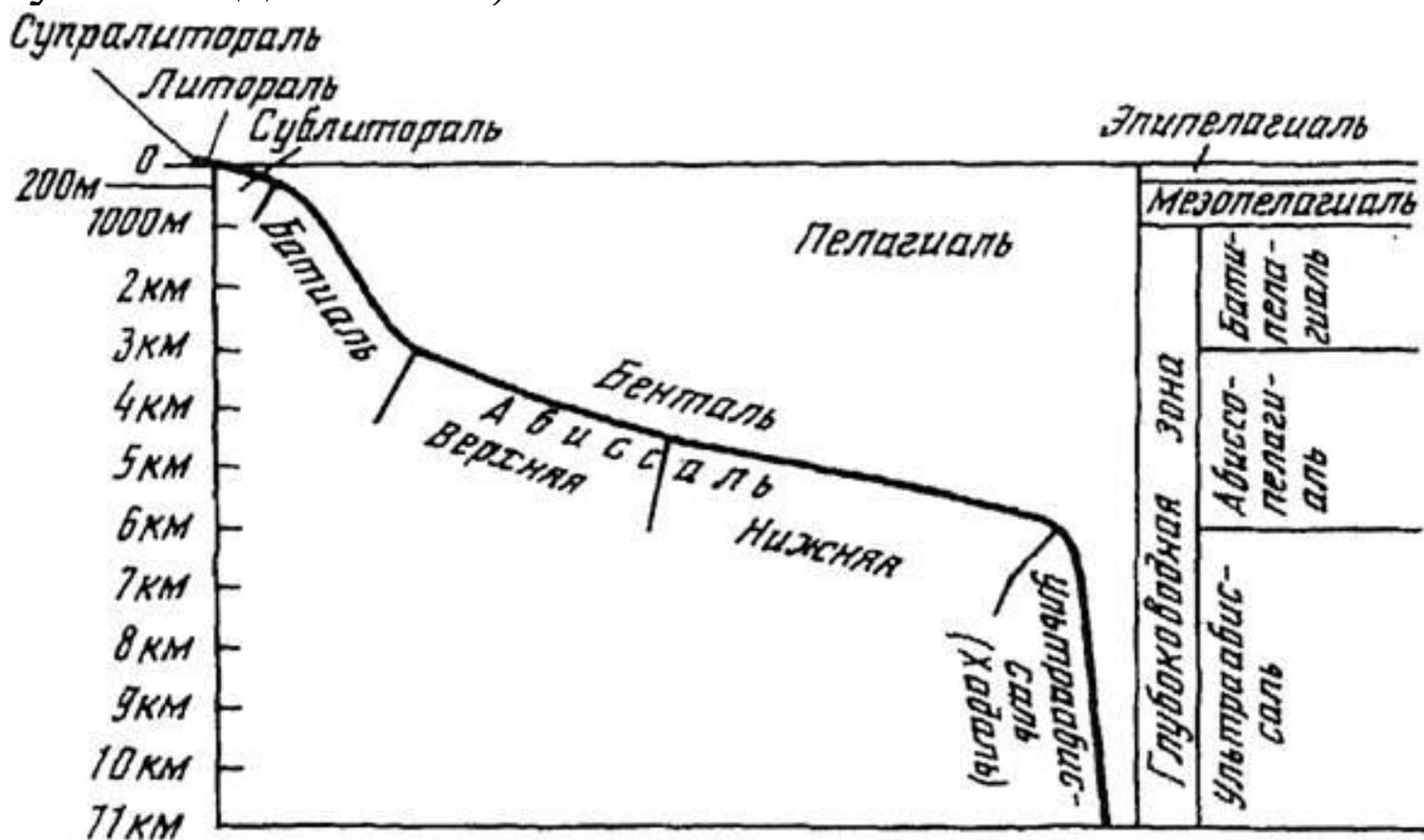
Жизнь распространена в гидросфере по всей ее толщине, встречаясь даже в самых глубоководных океанических впадинах – на глубине до 11 км (Марианская впадина).



Марианский жёлоб (или **Марианская впадина**) — океанический глубоководный жёлоб на западе Тихого океана, самый глубокий из известных на Земле. Назван по находящимся рядом **Марианским островам**.

Выделяют следующие экологические зоны Мирового океана:

- 1) бенталь (область дна)
- 2) пелагиаль (толща воды)
- 3) литораль (зона материковой отмели)
- 4) профундаль (зона дна, расположенной ниже глубины проникновения достаточного для фотосинтеза света)
- 5) абиссаль (глубоководная зона)



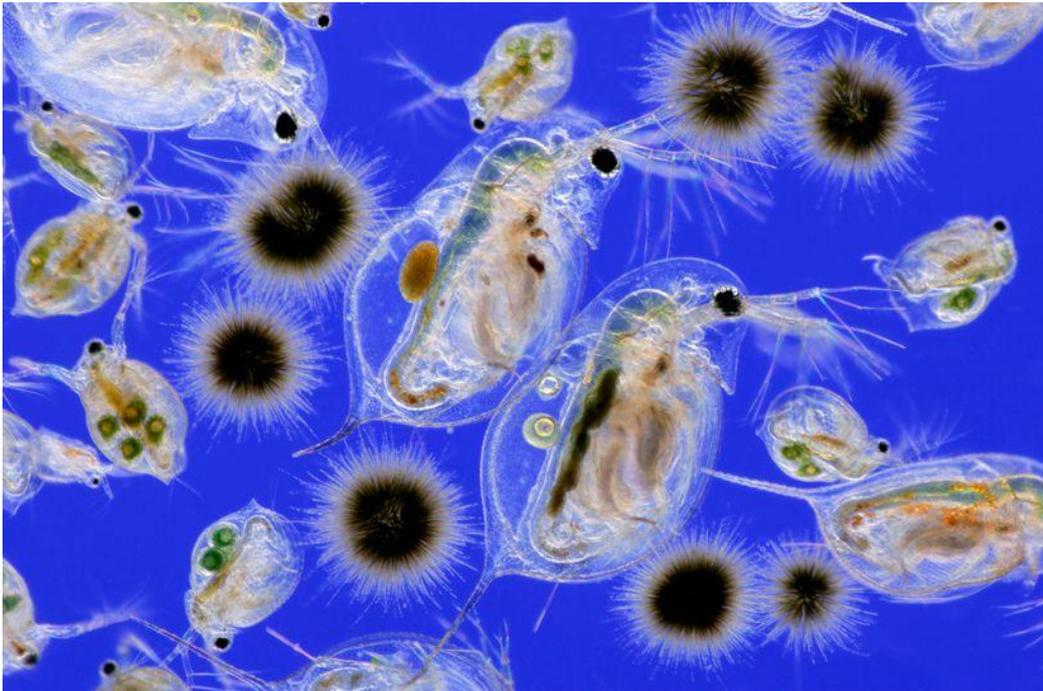
Литораль (лат. *litoralis* — береговой) в океанологии (литоральная зона или приливно-отливная зона) — участок берега, который затопляется морской водой во время прилива и осушается во время отлива.



Организмы, обитающие в воде называются **гидробионты**.

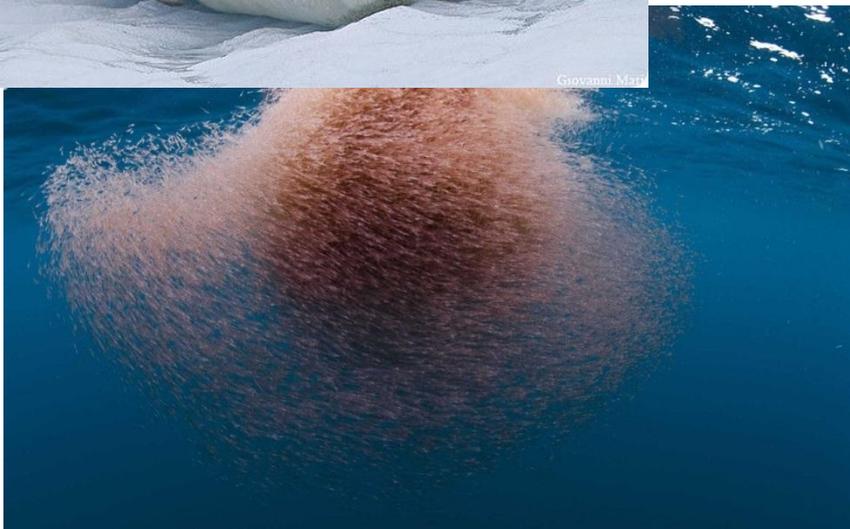
Группы:

1) Планктон (греч. *πλανκτον* — блуждающие) — разнородные, в основном мелкие организмы, свободно дрейфующие в толще воды и неспособные — в отличие от nekтона — сопротивляться течению. Такими организмами могут быть бактерии, диатомовые и некоторые другие водоросли (**фитопланктон**), простейшие, некоторые кишечнополостные, моллюски, ракообразные, яйца и личинки рыб, личинки различных беспозвоночных животных (**зоопланктон**). Планктон непосредственно или через промежуточные звенья пищевой цепи является пищей для большинства остальных водных животных.



*Ветвистоусые рачки дафнии –
один из основных компонентов
планктона*

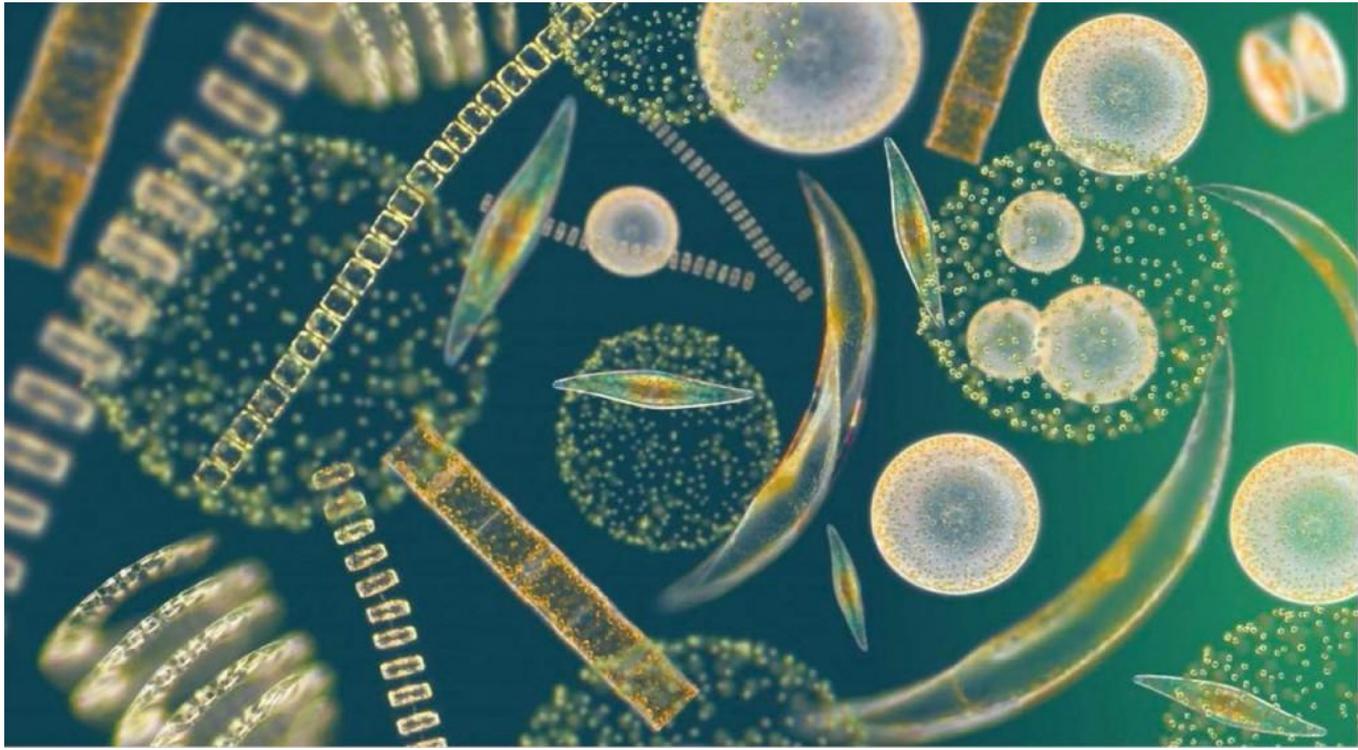
Криль (от нидерл. *kriel*, мелочь) — собирательное название мелких морских планктонных ракообразных (рачков) промысловых размеров (10—65 мм), образующих промысловые скопления в поверхностных слоях воды умеренных и высоких широт океанов обоих полушарий. Криль, находясь в начале пищевых цепей, является основой ряда океанических экосистем (например, прибрежных экосистем Антарктиды): питаясь фитопланктоном и мелким зоопланктоном, он, в свою очередь, служит пищей усатых китов, тюленей-крабоедов, пелагических рыб и птиц.



Основным производителем органического вещества в океане является фитопланктон. На него приходится: **1/3** всей продукции биосферы;



Types of phytoplankton



Защитой планктона от массового выедания синими китами служит большая скорость размножения организмов и вертикальные суточные миграции;



Одним из видов приспособленности к парению в воде является **увеличение содержания воды, жиров и газообразных продуктов в теле;**



2) Нектoн (греч. nektós — плавающий, плывущий) — совокупность водных, активно плавающих организмов, преимущественно хищных, обитающих в толще воды пелагической области (толще воды) водоёмов и способных противостоять силе течения и самостоятельно перемещаться на значительные расстояния. К нектону относятся более 20 000 разновидностей рыб, кальмары, китообразные, ластоногие, водные змеи, черепахи, пингвины и др.

Скат



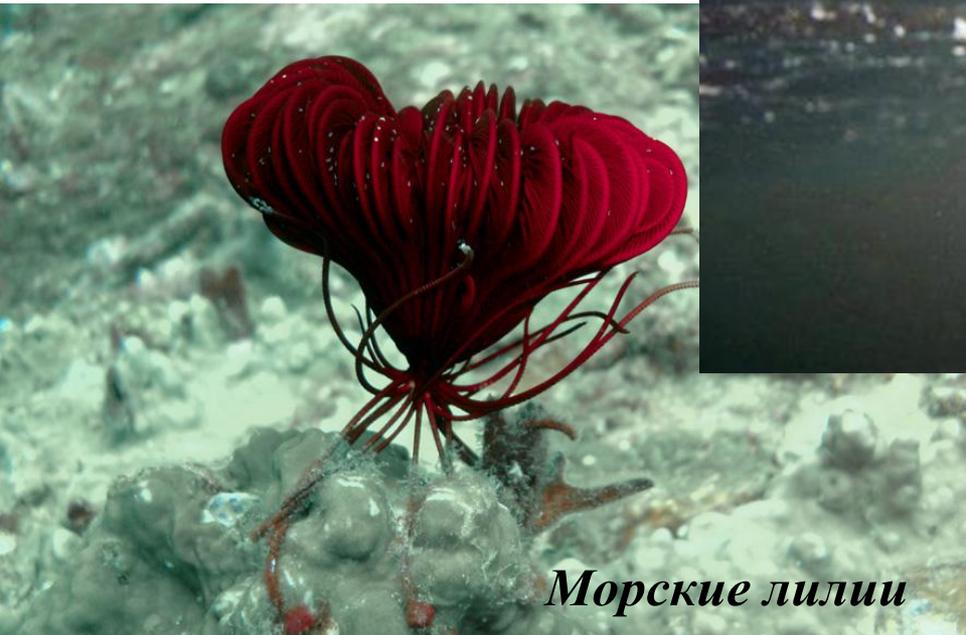
Морская змея



Рыба - бабочка

Реофи́лы (др.-греч. *ῥέος* — течение, поток + *φιλέω* — люблю) — животные, приспособившиеся к обитанию в текущих водах (ручьях, реках и морских мелководьях, омываемых течением). Одни реофилы проводят в текущих водах всю жизнь, другие связаны с ними лишь в определённые периоды. **Реофилы кислородолюбивы** нуждаются в постоянном притоке свежей воды.

Стагнофилы – обитатели стоячих водоёмов.



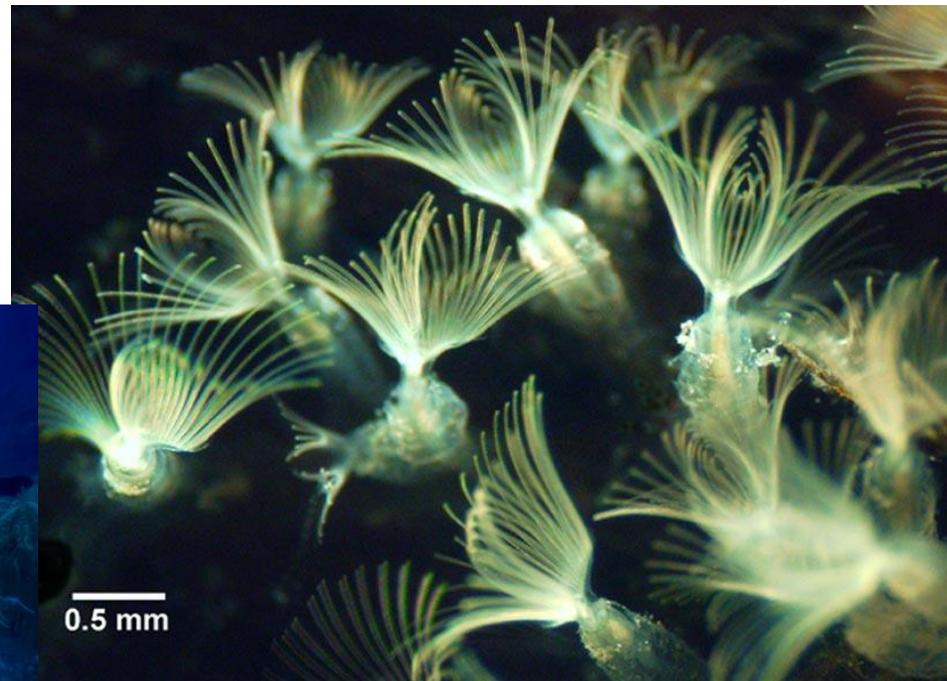
Морские лилии



Форель

Некоторые реофилы способны преодолевать сильное течение (например, многие лососёвые рыбы), многие наоборот — сидячие или малоподвижные формы: противостоят сносу течением, прирастая к субстрату (губки, мшанки и др.), прикрепляясь к нему с помощью выростов тела (например, бесстебельчатые морские лилии) или присасываясь (например, моллюск *Ancylus*), прячась в норках или среди камней и т. п. *Для ряда реофилов характерны приспособления для фильтрации воды и улавливания приносимых течением пищевых частиц.*

Морские губки



Мшанки

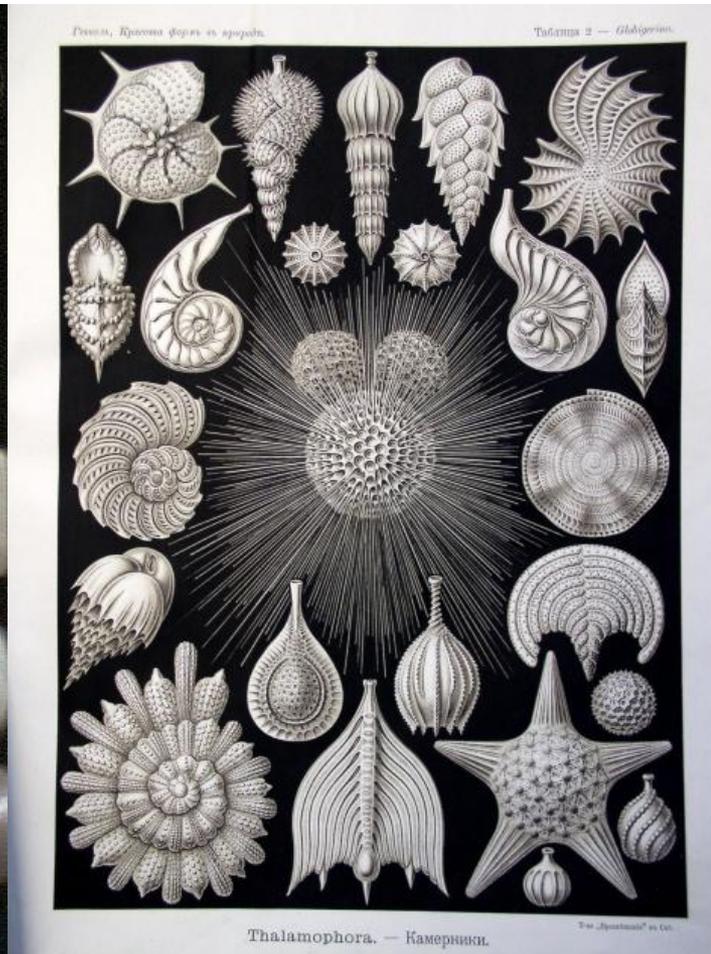
Вторично водные виды (киты, тюлени) периодически заглатывают атмосферный воздух. У них миоглобин (кислород связывающий белок скелетных мышц и мышцы сердца) связывает больше кислорода, чем гемоглобин. При недостатке кислорода некоторые гидробионты впадают в анабиоз (временное замедление обмена веществ).



3) **Бэ́нтос** (от греч. βένθος — глубина) — совокупность организмов, обитающих на грунте и в грунте дна водоёмов. В океанологии *бентос* — организмы, обитающие на морском дне; в пресноводной гидробиологии — организмы, обитающие на дне континентальных водоёмов и водотоков; **зона обитания бентоса называется бенталь**. Животные, относящиеся к бентосу, называются зообентосом, а растения — фитобентосом. К бентосу относятся также многие протисты (например большинство фораминифер).



©А.С. 991d
22/10/2007



Thalamophora. — Камерники.

Таблица 2 — Гидробиол.

Среди животных бентоса есть крупные, средние и мелкие. К организмам, свободно передвигающимся по дну, относятся морские звезды, крабы. Есть организмы то всплывающие, то лежащие на дне — камбалы, скаты. Есть и совсем неподвижные — моллюски хитоны (на фото слева), гребешки, блюдечки (на фото справа). Ко дну прикрепляются устрицы и другие моллюски, а в грунт закапываются ланцетники.



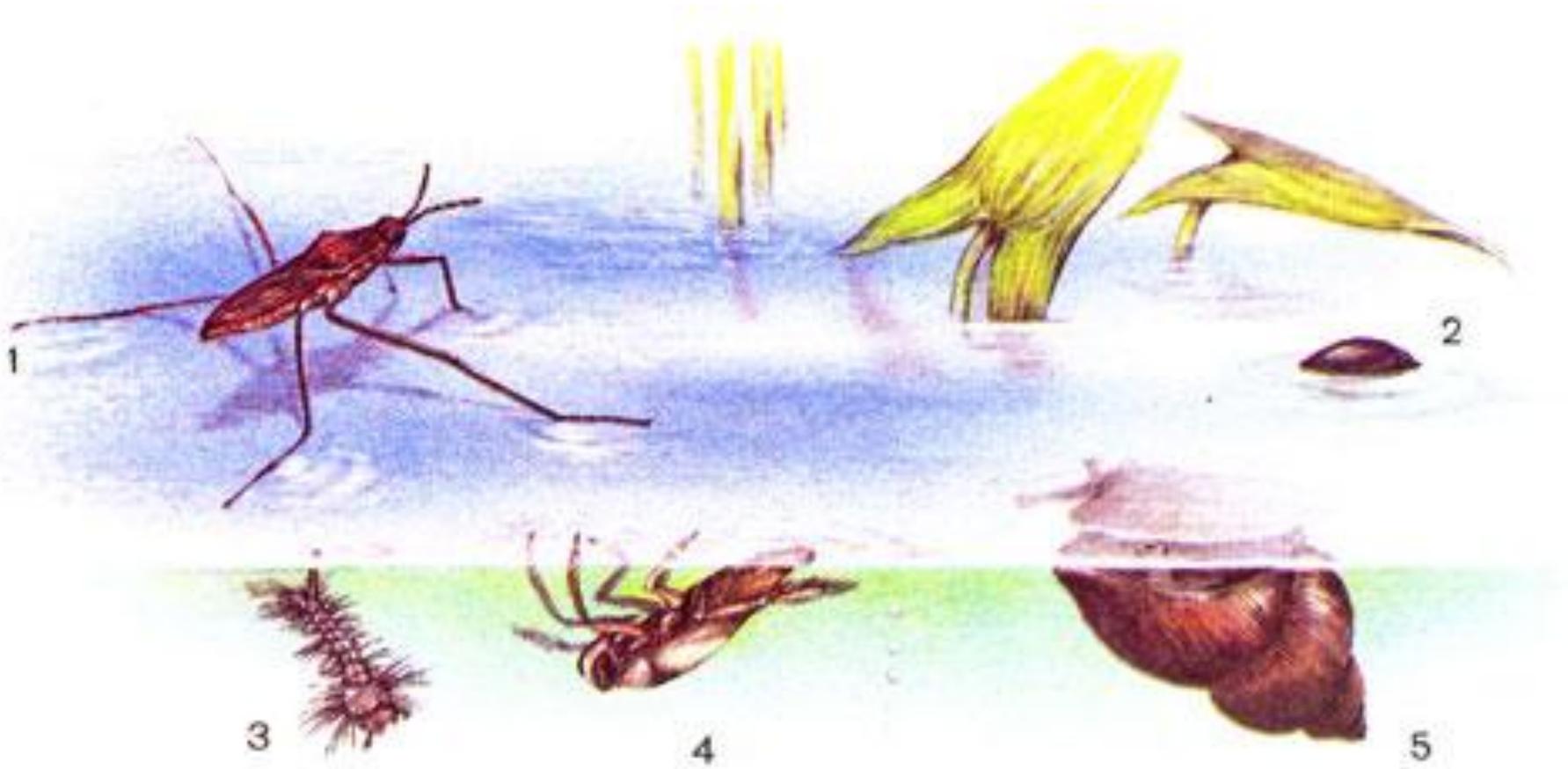
Основная масса зообентоса живет на мелководных участках морей. Растительный бентос — это в основном водоросли. Бентос служит пищей многим рыбам и другим водным животным, а также используется человеком (например, водоросли, устрицы, крабы, некоторые рыбы). Пример бентосных животных — морские звёзды, устрицы, камбалы, мидии, морской огурец, офиуры и многие другие.



4) Пелагос - население водной толщи воды (т.е. это планктон и нектон).



5) Нейстón (др.-греч. *neustos* — плавающий) — совокупность микроорганизмов (в основном различных водорослей и мелких беспозвоночных), живущих у поверхностной плёнки воды на границе водной и воздушной сред.



Организмы нейстона: 1 — клоп-водомерка; 2 — жук вертячка; 3 — личинка комара; 4 — клоп гладыш; 5 — улитка прудовик.

Перифитон (от греч. peri - вокруг и phyton - растение) - микробиоценозы и биоценозы, возникающие при «обрастании» водорослями и многими животными (усоногие ракообразные, двустворчатые моллюски, гидроиды, в частности пресноводная гидра, мшанки, морские желуди, асцидии, многощетинковые черви и пр.) подводных скал, свай, древесных стволов, морских и речных судов.

Перифитон и зообентос.



Пространство превращается в потенциально лимитированный ресурс лишь тогда, когда при избытке пищи организмы в своих возможностях ограничены, причем ограничены физической (точнее геометрической) упаковкой. Морские желуди и мидии порой так покрывают поверхность камня так плотно, что для новых особей просто нет места. Закономерности территориального поведения какой-нибудь птицы порой определяют границы обороняемого ею участка.



Наземно-воздушная среда - биологическая среда обитания, находящаяся на поверхности земли и в нижних слоях атмосферы. Большая часть эукариотов обитает именно в этой среде. Здесь распространена большая часть животных, растений, некоторые грибы, простейшие и бактерии. **Лимитирующие факторы:** недостаток или избыток тепла и влаги.

Наземно – воздушная среда обитания

Обитатели
наземно –
воздушной
среды -
аэробии



Наземно-воздушная среда - среда, состоящая из воздуха, что объясняет её название. **Характеризуется обычно следующим:**

Воздух не оказывает почти никакого сопротивления, поэтому оболочка организмов обычно не обтекающая.

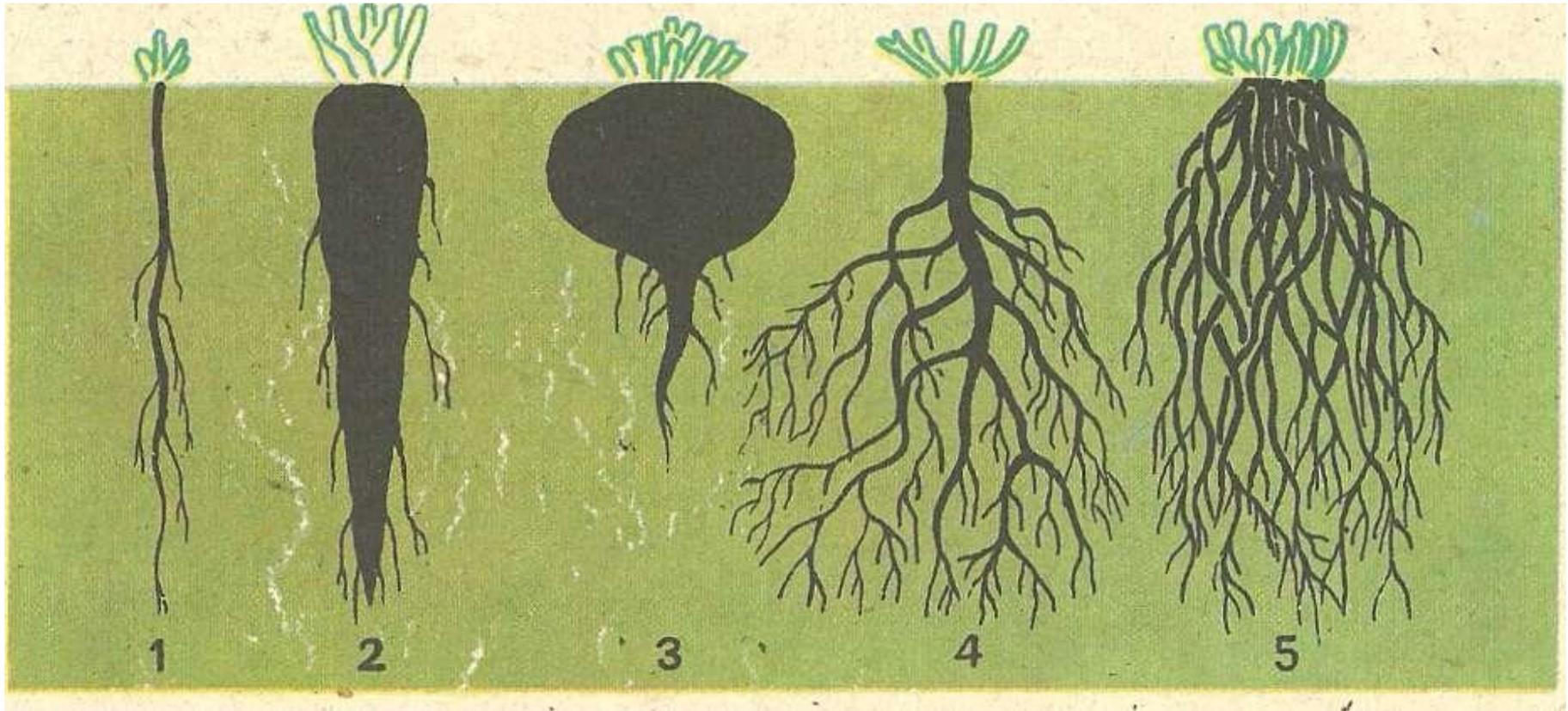
Большое содержание кислорода в воздухе.

Обладает климатом и временами года.

Особенности среды обитания

- **Наземно-воздушная** — достаточно света и кислорода, резкие колебания температур, низкая плотность среды, слабые перепады давления, разнообразие животного и растительного мира.

Наличие у наземных растений корневой системы в том числе обусловлено присутствием в почве раствора биогенов.



Ближе к земле температура воздуха выше, поэтому большинство видов обитают на равнинах.

В атмосфере отсутствует вода необходимая для жизни, потому организмы селятся ближе к рекам и другим водоёмам.

Растения, которые имеют корень пользуются минеральными веществами, находящимися в почве и, частично, находятся в почвенной среде.

Минимум температуры был зарегистрирован в Антарктиде, который составлял $- 89^{\circ} \text{C}$, а максимум $+ 59^{\circ} \text{C}$.

Биологическая среда распространена от 2 км ниже ур. м., до 10 км выше Ур. м.

СРЕДА ОБИТАНИЯ

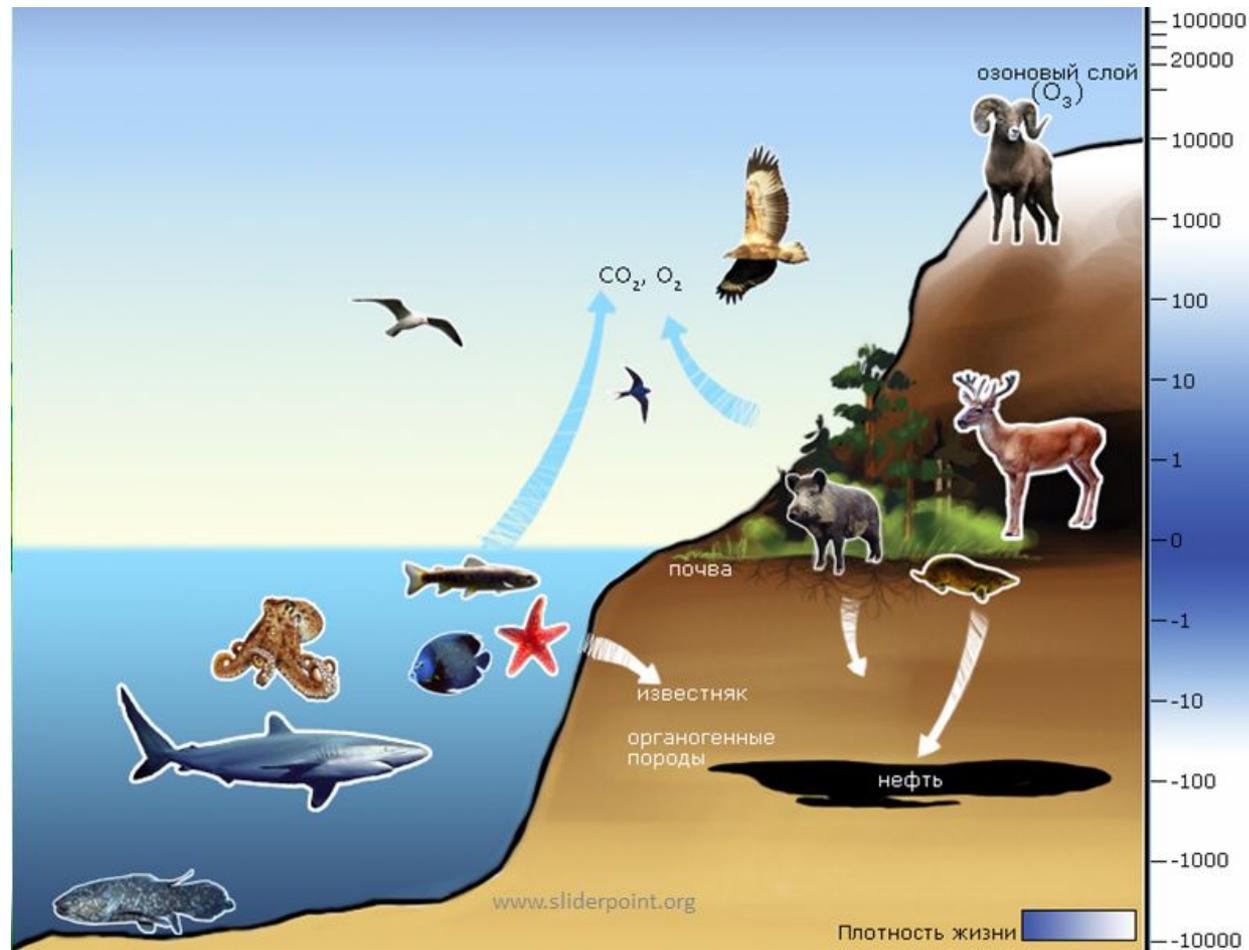
-это то, что окружает живой организм

1. НАЗЕМНО-ВОЗДУШНАЯ

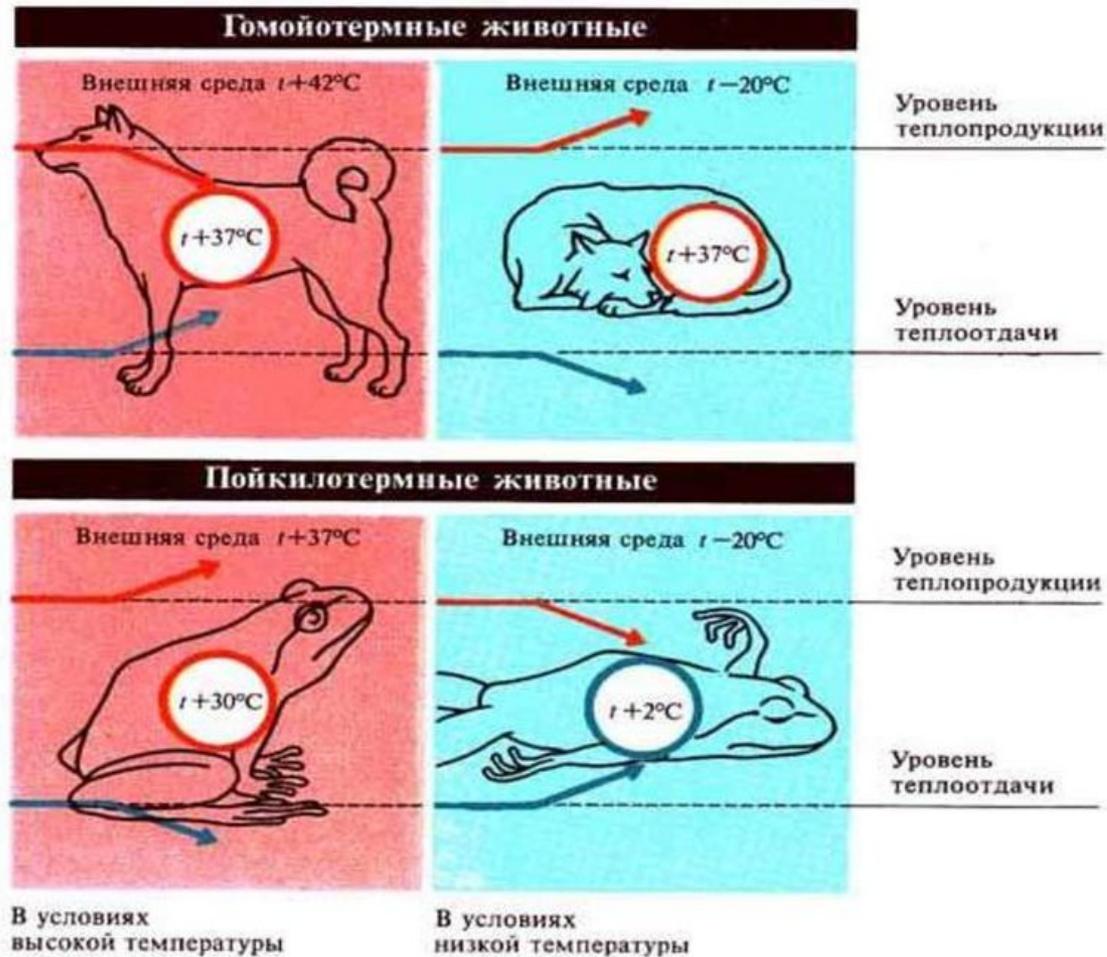
(РАСТЕНИЯ, ГРИБЫ И ЖИВОТНЫЕ СУШИ)



Пределы вертикального распространения организмов в наземно – воздушной среде ограничены наличием кислорода. С увеличением высоты парциальное давление кислорода уменьшается, а следовательно уменьшается поступление кислорода в организмы. Действительно при этом увеличивается частота дыхательных движений, что может привести к обезвоживанию. Поэтому обеспеченность кислородом действительно является лимитирующим фактором.



Хорошая обеспеченность кислородом позволила появиться гомойотермным «теплокровным» видам. Это птицы и млекопитающие. Клетки их тела получают чистую артериальную кровь богатую кислородом, что позволяет процессу обмена веществ идти наиболее интенсивно.



Экологические группы животных

Холоднокровные

БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ
РЫБЫ
ЗЕМНОВОДНЫЕ
ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ

Теплокровные

ПТИЦЫ
МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

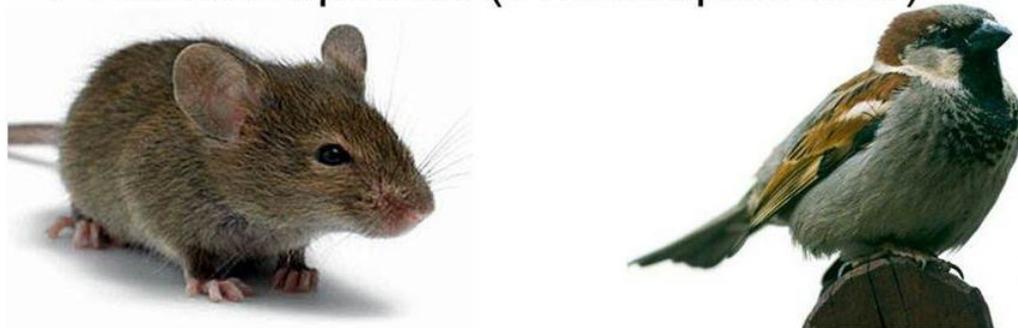
К преимуществам гомойотермии над пойкилотермией:

- а) независимость от температуры окружающей среды, и как следствие широкое распространение на всех континентах Земли;
- б) активность независимо от сезона года;
- в) постоянная внутренняя температура тела позволяет животным не зависеть от температуры окружающей среды; создает условия для протекания всех биохимических реакций в клетках; позволяет осуществлять биохимические реакции с высокой скоростью, что повышает активность организмов.

- Пойкилотермные («холоднокровные»)

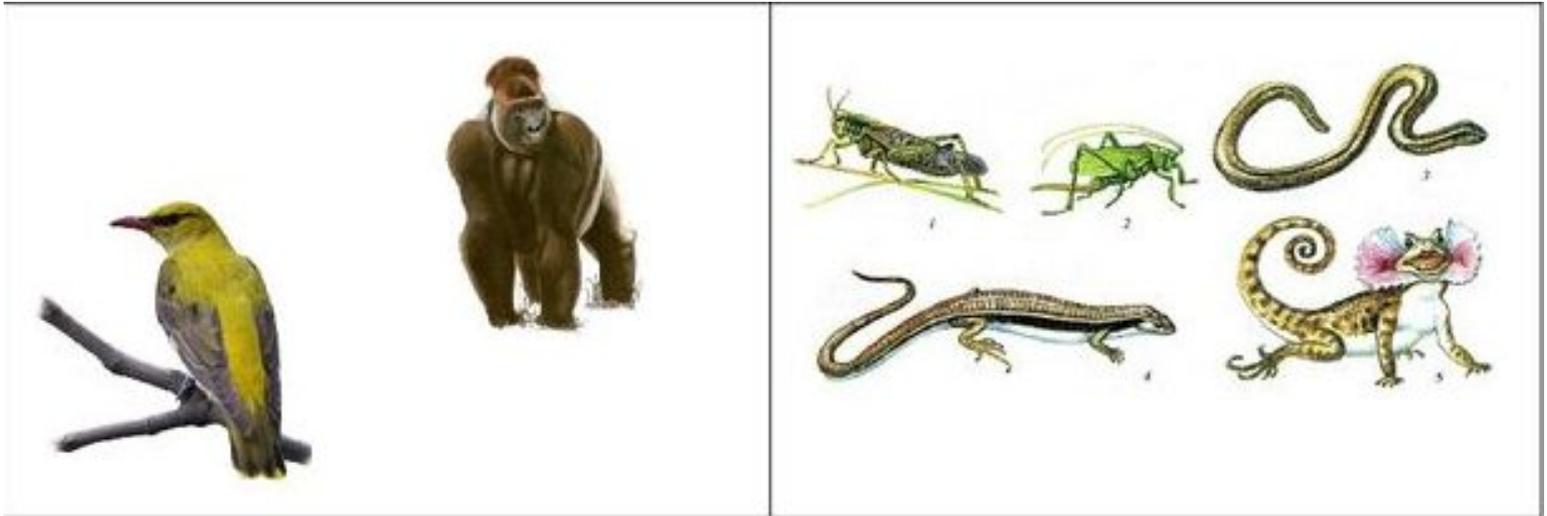


- Гомойотермные («теплокровные»)



К недостаткам гомойотермии над пойкилотермией можно отнести:

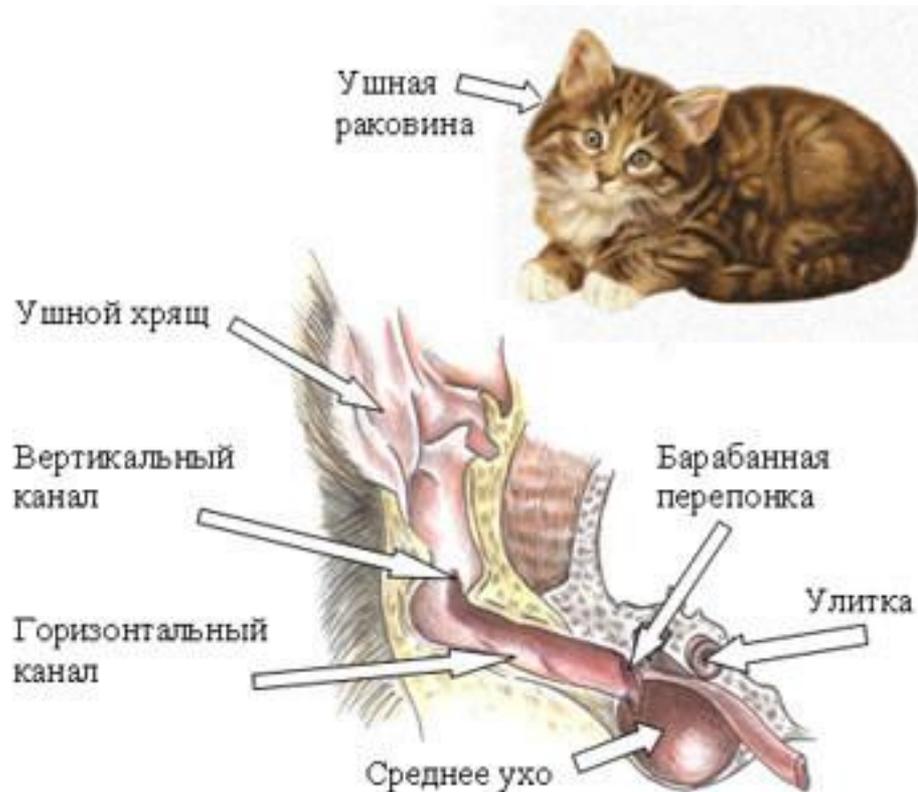
- а) гомойотермные животные в сравнении с пойкилотермными имеют большие потребности в пище и воде.
- б) работа механизмов терморегуляции требует больших энергетических затрат, для восполнения которых животные нуждаются в усиленном питании, поэтому единственно возможным состоянием животных с регулируемой температурой тела является состояние постоянной активности.
- в) в холодных районах ограничивающим фактором в их распространении является не температура, а возможность регулярного добывания пищи. Большая часть энергии, содержащейся в пище идет на поддержание температуры тела и других физиологических процессов ввиду интенсивного обмена веществ.



Наземные млекопитающие должны иметь ушные раковины, а у водных и почвенных — их нет или они редуцированы.

Это связано с тем, что:

- 1) Плотность воздуха низкая и чтобы улавливать звуковые волны животные имеют ушные раковины.
- 2) Вода и почва имеют большую плотность и звуки в них хорошо распространяются.
- 3) Ушные раковины в воде и почве препятствуют передвижению животных.



В водной среде мало гомойотермных организмов. Это связано с тем, что основной адаптационный механизм гомойотермии – приспособление к неблагоприятным температурам (сильному колебанию температур). В воде перепады температур значительно ниже, чем в наземно-воздушной среде, а в глубинных слоях температура практически постоянна (+4 °С). Кроме того, поддержание постоянной температуры тела обязательно связано с интенсивными процессами обмена веществ, что возможно только при хорошей обеспеченности кислородом. В воде таких условий нет.



Почва (литосфера, педосфера, эдафон) как среда обитания является результатом деятельности живых организмов. Заселявшие наземно-воздушную среду организмы приводили к возникновению почвы как уникальной среды обитания. Почва представляет собой сложную систему, включающую твердую фазу (минеральные частицы), жидкую фазу (почвенная влага) и газообразную фазу. Соотношение этих трех фаз и определяет особенности почвы как среды жизни.

Почвенная среда жизни

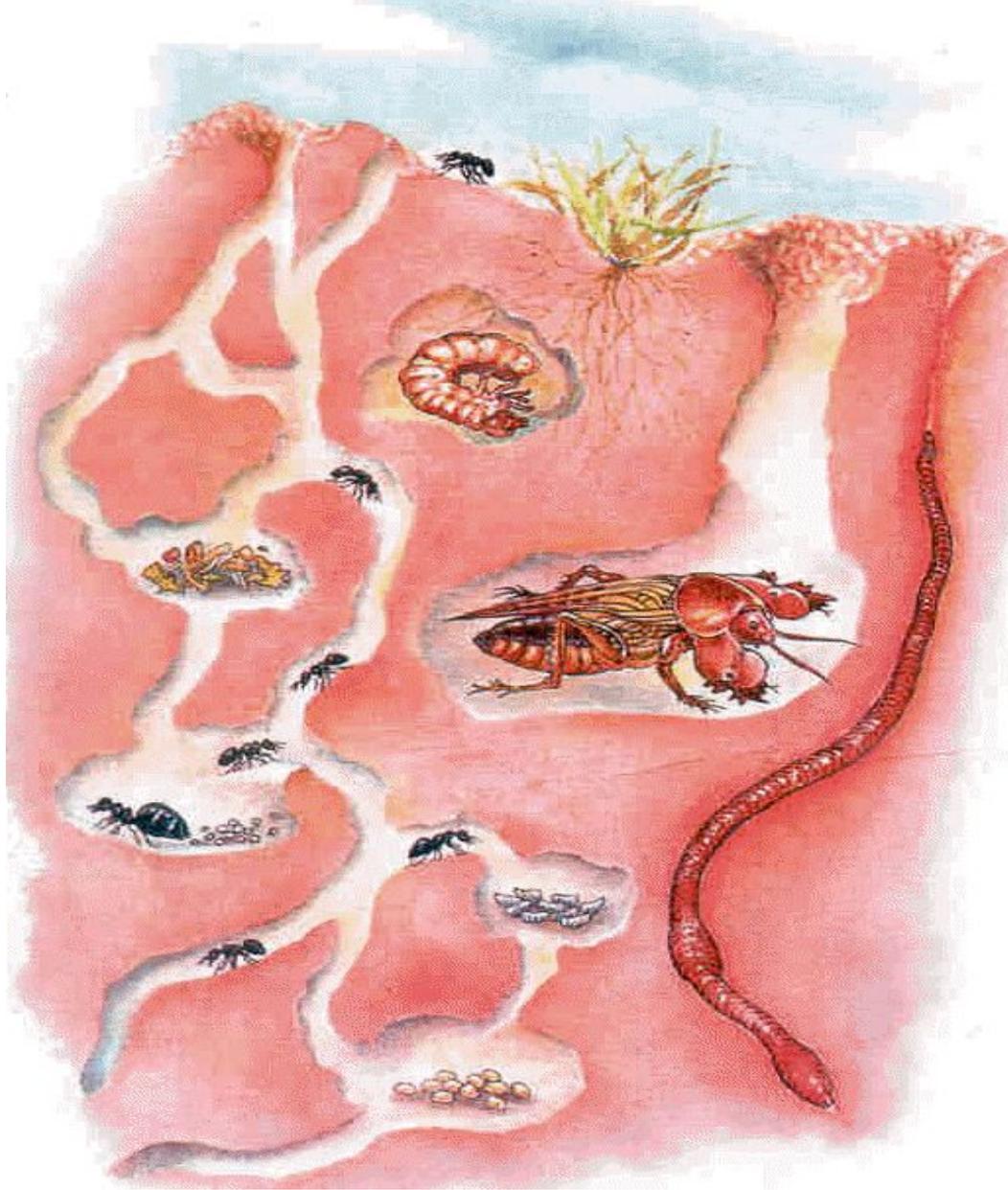


Важной особенностью почвы является также наличие определенного количества органического вещества. Оно образуется в результате отмирания организмов и входит в состав их экскретов (выделений). Условия почвенной среды обитания определяют такие свойства почвы как ее аэрация (то есть насыщенность воздухом), влажность (присутствие влаги), теплоемкость и термический режим (суточный, сезонный, разно годичный ход температур).



Термический режим, по сравнению с наземно-воздушной средой, более консервативный, особенно на большой глубине. **В целом, почва отличается довольно устойчивыми условиями жизни.** Вертикальные различия характерны и для других свойств почвы, например, проникновение света, естественно, зависит от глубины.





Многие авторы отмечают промежуточность положения почвенной среды жизни между водной и наземно-воздушной средами.

В почве возможно обитание организмов, обладающих как водным, так и воздушным типом дыхания.

Вертикальный градиент проникновения света в почве еще более выражен, чем в воде. Микроорганизмы встречаются по всей толще почвы, а растения (в первую очередь, корневые системы) связаны с наружными горизонтами.

Обитатели почвы. Личинка майского жука. Медведка. Дождевой червь.

Для почвенных организмов характерны специфические органы и типы движения (роющие конечности у млекопитающих; способность к изменению толщины тела; наличие специализированных головных капсул у некоторых видов); формы тела (округлая, вольковатая, червеобразная); прочные и гибкие покровы; редукция глаз и исчезновение пигментов. Среди почвенных обитателей широко развита сапрофагия - поедание трупов других животных, гниющих остатков и т.д.



1



2

Млекопитающие – обитатели
почвы: крот (1) и слепыш (2)

Организм как среда обитания.

Использование одними организмами других для удовлетворения своих потребностей – распространенное в природе явление. Нет практически ни одного многоклеточного организма, не имеющего внутренних обитателей. Чем выше организация организма, тем разнообразнее его внутренняя среда, ткани и органы и тем более разнообразные условия может он предоставить для проживания своим сожителям.

Джонатан Свифт писал:

Под микроскопом он открыл, что на блохе

Живет блоху кусающая блошка;

На блошке той – блошинка-крошка,

В блошинку же вонзает зуб сердито

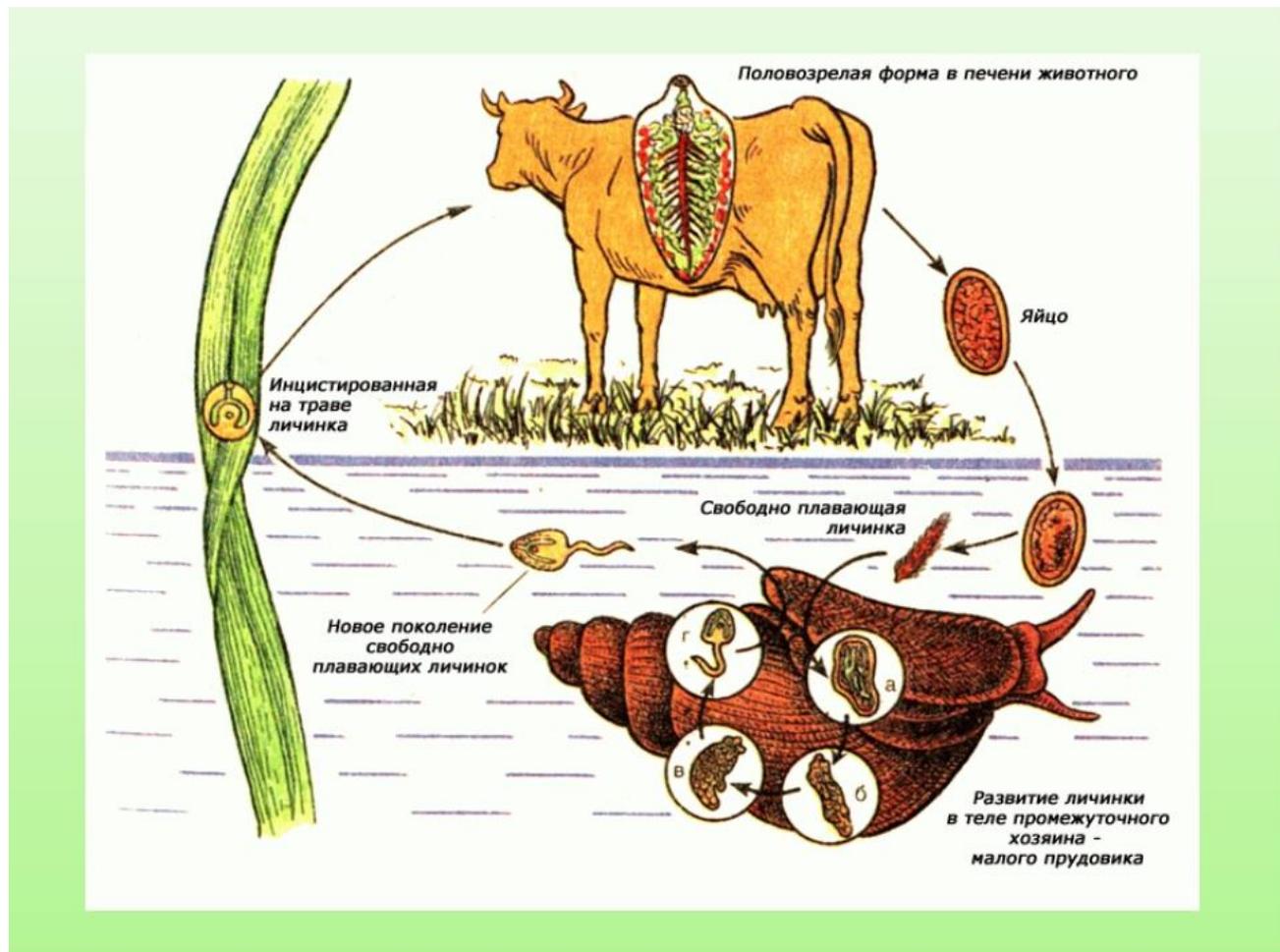
Блошиночка... и так ad infinitum.



Единственные существа, не подвергающиеся нашествию паразитов – сами паразиты, представляющие конечное звено в цепи питания.

Чем проще организация животных, тем больше среди них видов-паразитов. Среди позвоночных паразитизм редок, а среди простейших встречается очень часто. Среди растений это соотношение также справедливо. Много паразитов среди грибов.

Для паразитов организм-хозяин – специфическая среда обитания. Между паразитом и хозяином возникли сложные экологические отношения.



По месту паразитирования паразитов делят на 2 группы:

• **Эктопаразиты** – наружные паразиты, обитающие на поверхности тела хозяина (клещи, пиявки, блохи). У растений внутрь хозяина внедряются только органы питания – присоски или *гаустории* (повилика).

• **Эндопаразиты** – внутренние паразиты. Это большинство гельминтов, бактерии, вирусы, простейшие. У растений-эндопаразитов внутри хозяина располагаются все органы, снаружи остаются только органы размножения (виды рода Раффлезия, петров крест).

Грибы и бактерии располагаются в межклетниках и в клетках хозяина.

**Какую среду обитания занимают
блохи, вши, глисты?**



БЛОХИ



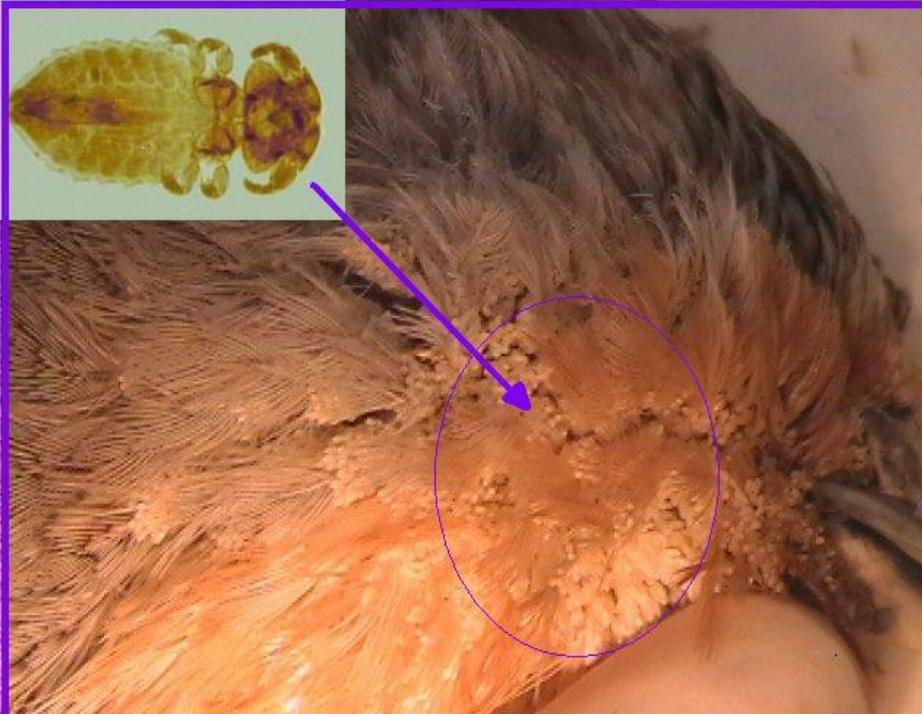
ВШИ



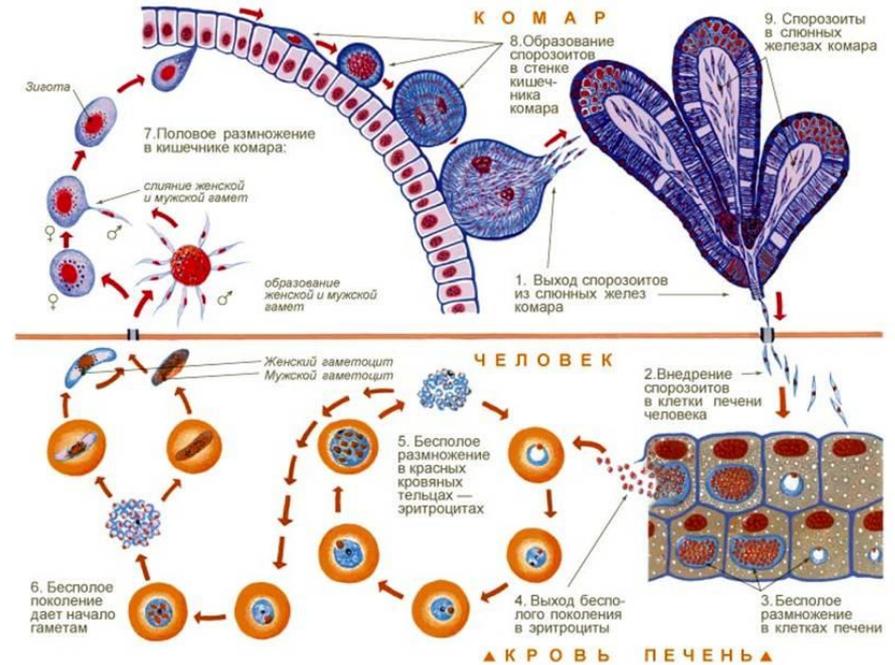
ГЛИСТЫ

Паразитизм подразделяется на стационарный и временный.

- **Стационарный**, когда паразит в течение всей жизни связан с хозяином. При стационарном паразитизме паразиты могут быть приурочены к одному хозяину (постоянные): вши, пухоеды, чесоточные зудни или развитие происходит со сменой хозяев (периодические): ленточные черви, сосальщики, малярийный плазмодий. При смене хозяев паразиты наиболее уязвимы и у них появились защитные приспособления: оболочка цисты, способность к анабиозу, прочные оболочки яиц.
- **Временный**, когда паразит лишь часть времени проводит на хозяине (кровососущие насекомые).



Тип Апикоплексы (Споровики)

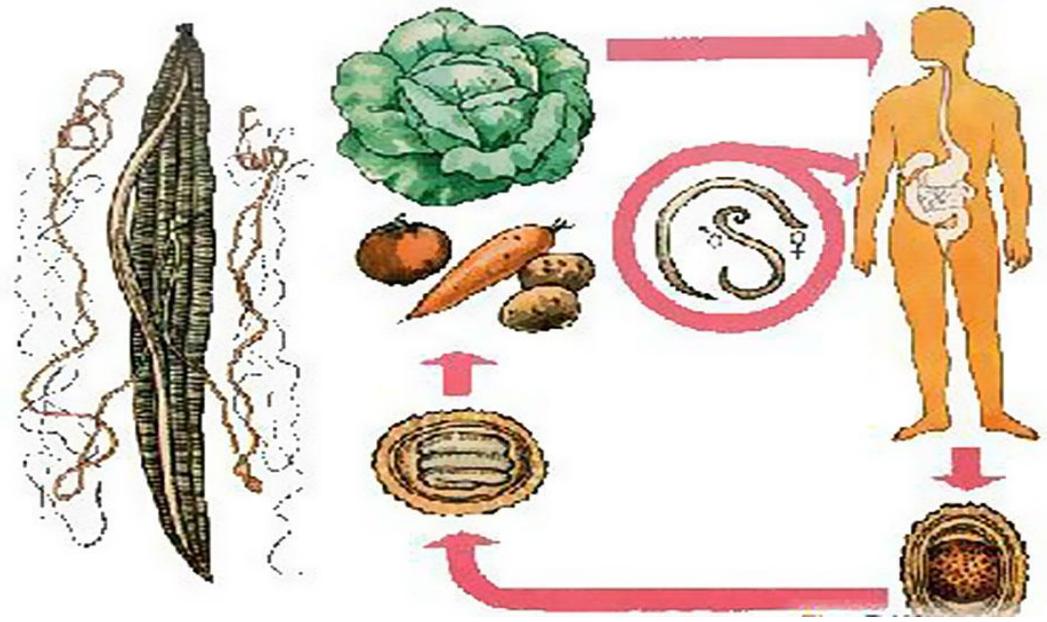


Паразитизм имеет свои плюсы и минусы.

Плюсы:

- практически неограниченные пищевые ресурсы;**
- защищенность от внешних условий;**
- защищенность от внешних врагов;**
- постоянные условия жизни.**

Из-за этого многие паразиты пошли по пути регресса, вторичного упрощения внутренней организации (исчезает пищеварительная система, ротовые органы превращаются в крючки, присоски, необходимые для удержания на хозяине; у растений редуцируется корневая система, листья). **Для паразитов характерна большая плодовитость. Так, человеческая аскарида продуцирует в сутки 250 тыс. яиц, а за всю жизнь свыше 50 млн. это явление получило название «закон большого числа яиц».**



Минусы:

– замкнутое пространство, поэтому появились приспособления к удалению потомства из организма хозяина;

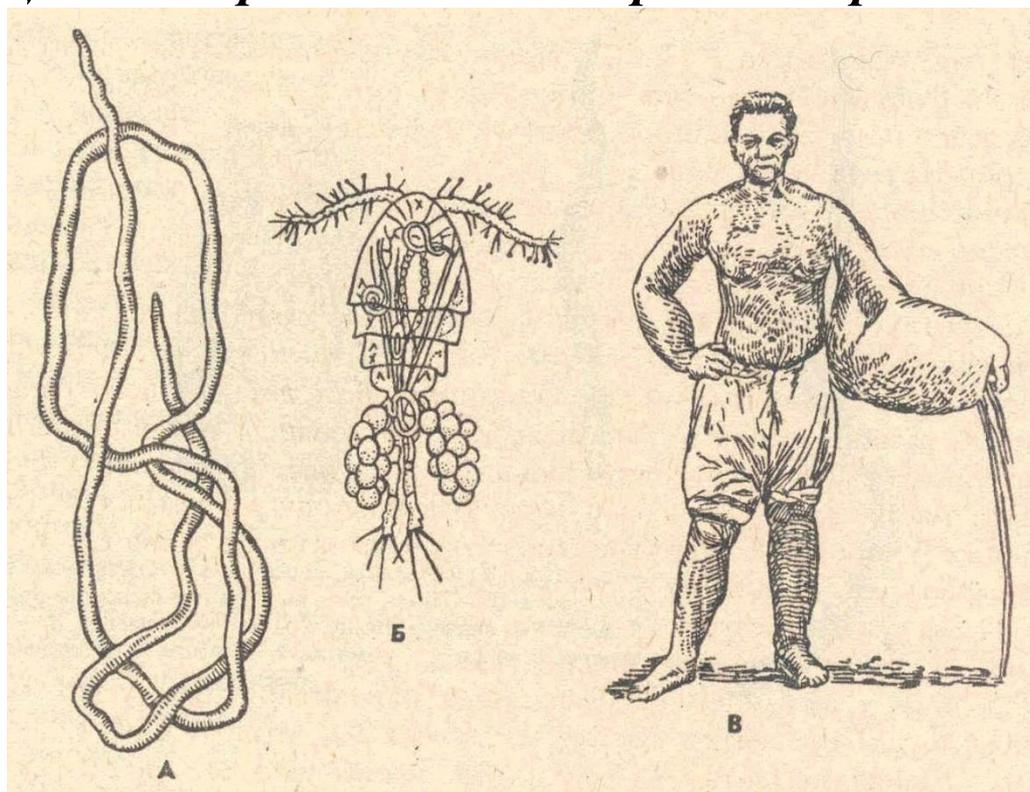
– недостаток кислорода, у многих анаэробный тип обмена;

– трудно найти хозяина и поэтому малая выживаемость потомства;

– трудно найти партнера для спаривания, поэтому развит партеногенез, полиэмбриония (из 1 яйцеклетки много зародышей), бесполое размножение.

Иногда паразитические растения выделяют вещества, изменяющие направление роста органа хозяина, для того, чтобы произошло заражение;

– хозяин имеет защитные приспособления против паразита.



Специфической группой являются полупаразиты – растения, утратившие корневую систему и способность поглощать из почвы воду и минеральные вещества, но имеющие листья в которых находится хлорофилл, а значит способные к фотосинтезу (погремки большой и малый, мытник, очанки, омела белая, ремнецветник европейский).

Мытник



Ремнецветник европейский

Важная адаптация паразитов – синхронизация их жизненного цикла с жизненным циклом хозяина. Это позволяет заразить хозяина в нужный момент.

В ряде случаев паразиты сами становятся средой обитания других видов – возникает явление *сверхпаразитизма* или *гиперпаразитизма*.

Организмы энергично реагируют на воздействие паразита. Эта реакция носит название активного иммунитета.

- *Выработка гуморального иммунитета;*
- *Выделение смолы, млечного сока;*
- *Разрастание окружающих тканей, образование галл у растений, а у животных зооцецидий.*

Отношения между паразитом и хозяином в природе уравновешены в процессе эволюции.

Галл (от лат. *galla* — чернильный орешек; **цецидия**) — это патологическое образование на органе растения. Их возбудителями могут быть вирусы, бактерии, грибы, но чаще поражения наносятся членистоногими (клещами, тлями, галлицами, орехотворками) или корневыми галлообразующими нематодами. При этом поражаются участки листьев и других органов растений. Однако могут поражаться и целые органы, например, листовые почки. Галлы ослабляют растение и могут привести его к гибели.



Сверхпаразитизм, гиперпаразитизм — один из видов паразитизма, характеризующийся паразитированием одного паразита (сверхпаразит, гиперпаразит) в другом. В этом случае сверхпаразит называется паразитом второго порядка, а его хозяин — паразитом первого порядка. Паразитизм более высоких порядков встречается очень редко. Один из примеров — заражение наездником *Asecodes albitarsus* многоядного сверхпаразита *Dibrachys boucheanus*, который, в свою очередь, нередко поражает наездников *Apanteles glomeratus*, паразитирующих на гусеницах белянок. Сверхпаразитизм достаточно широко распространён среди паразитических насекомых, в частности у наездников семейств Ichneumonidae, Encyrtidae и некоторых других. Однако сверхпаразитизм встречается и в других группах животных. Некоторые трематоды живут в ракообразных — эктопаразитах морских рыб. Сверхпаразитизм встречается и у некоторых ракообразных семейства тантулокарид. Обнаружен также как минимум один вирус, поражающий другие вирусы. Гиперпаразитами называют и некоторые виды у грибов.

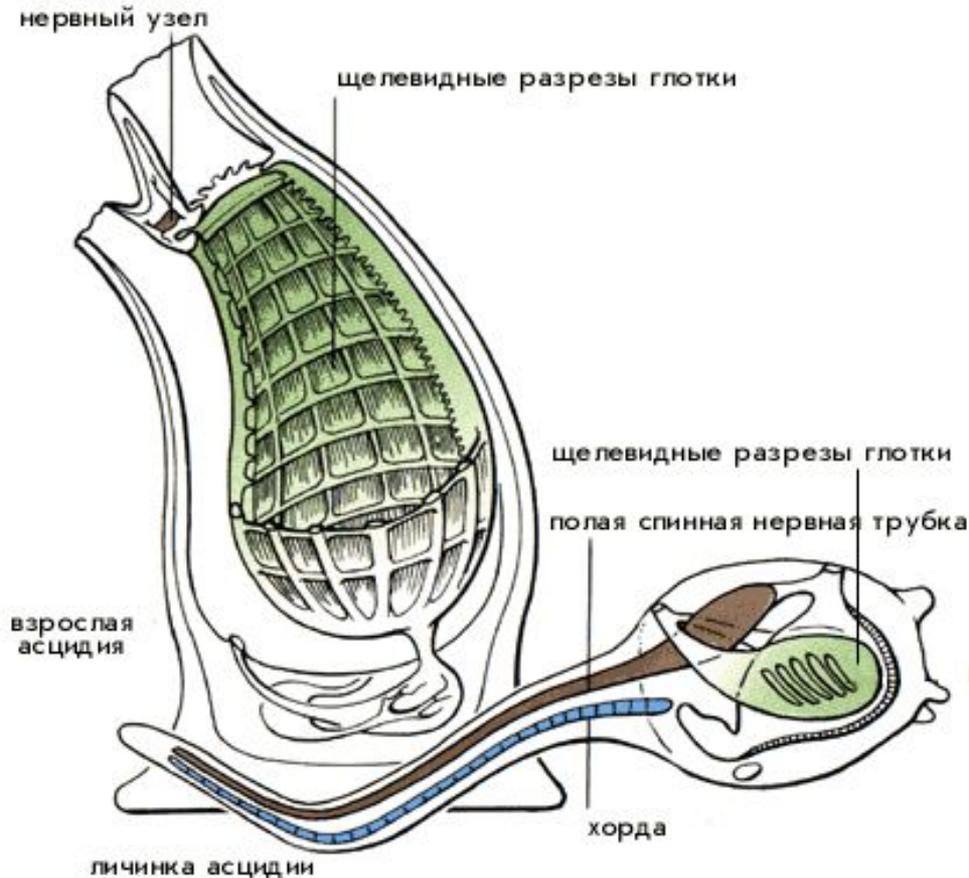
Морфофизиологический регресс — это накопление адаптации узкого характера, связанное с переходом организмов в более простые условия среды. Примеры такой смены условий среды и соответственно регресса показывают виды, обитающие в пещерах, эндопаразиты, пассивно-сидячие формы. Так, пещерные обитатели характеризуются редукцией органов зрения, депигментацией покровов тела, снижением активности.



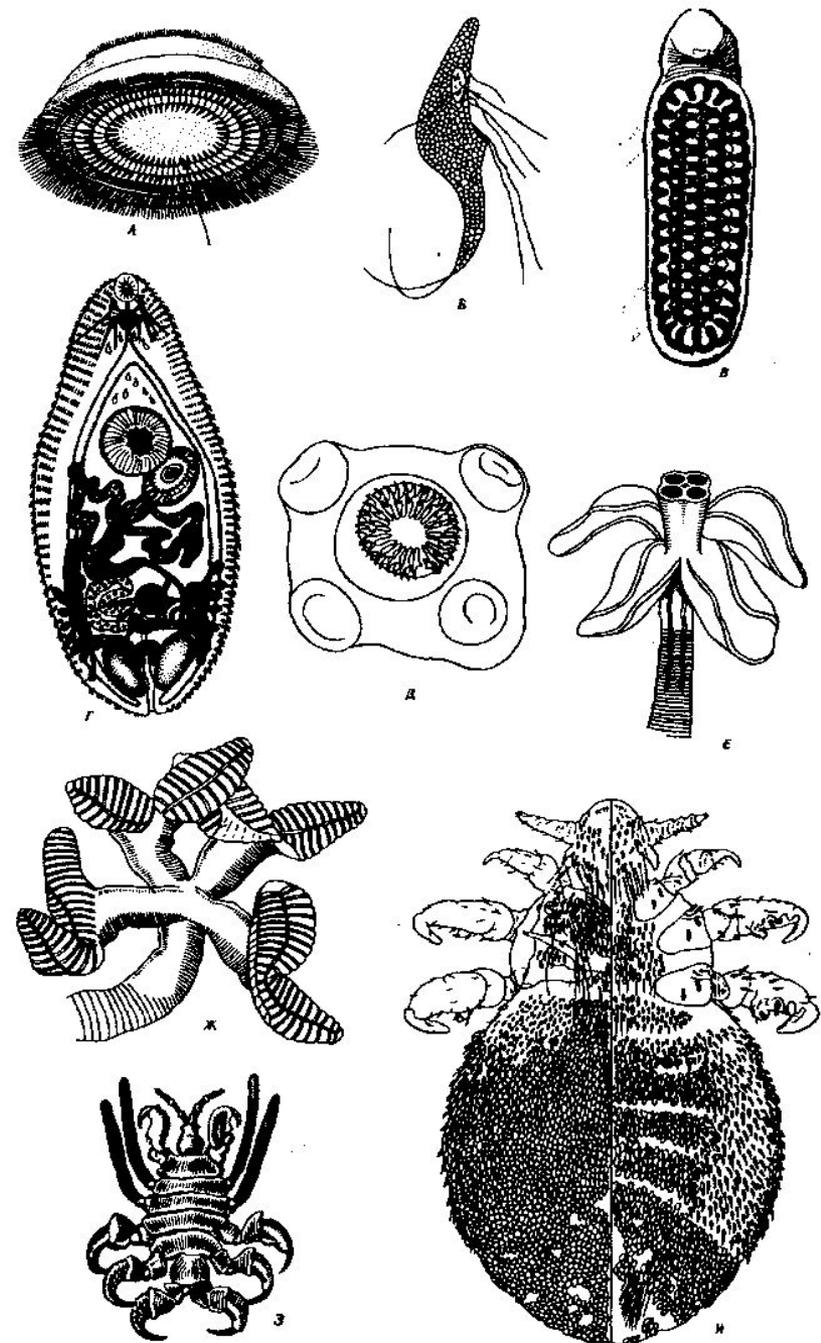
Европейский протей-троглобионт, эндемик балканских пещер.

Троглобионты (от греч. *trogla* — пещера + и *bíos* — жизнь) — животные, постоянно обитающие в пещерах, трещинах горных пород, пещерных водоёмах либо водотоках.

Сидячие организмы (например, асцидия) утратили органы передвижения, хорду, имеющуюся у личиночной стадии. С пассивным образом жизни по гонофор (открытого А. В. Ивановым нового типа беспозвоночных) связана редукция кишечника, ротового и анального отверстий. **Рудиментация органов — одно из распространенных следствий морфофизиологического регресса.**



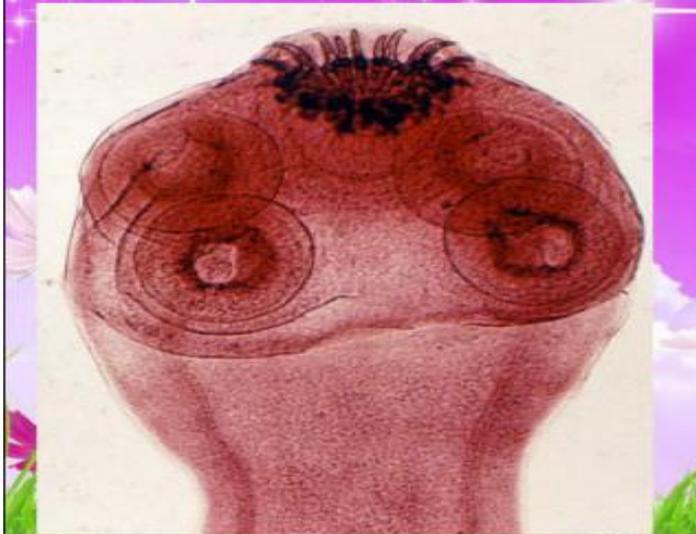
Вместе с тем явление регресса не сводится только к структурным упрощениям организации. Переход многих цветковых растений к паразитизму сопровождался снижением активности фотосинтезирующего аппарата, редукцией листьев до чешуи, преобразованием корней в гаустории. Одновременно у паразитных растений развивалась сложная система приспособлений к хозяину (химическая сигнализация при поиске растения-хозяина, химические механизмы внедрения в ткани хозяина, распространение в них, извлечение питательных веществ из тканей хозяина).



Регрессивные изменения одних органов всегда связаны со специализацией других и даже некоторым усложнением организации. Особенно наглядно это видно на паразитических организмах, поскольку переход к паразитизму требовал выработки новых специализированных адаптаций. **Эволюция эндопаразитов, например, обитающих в кишечнике хозяина (аскариды, лентецы), наряду с редукцией ряда органов отмечена мощным развитием репродуктивной системы, органов присоски к стенкам кишечника.**

Таким образом, закономерное следствие регресса не упрощение структуры как таковой, а сужение одних функций, интенсификация, активация и даже/расширение функций, обусловленные необходимостью приспособления к условиям обитания.

Специфические приспособления паразитов



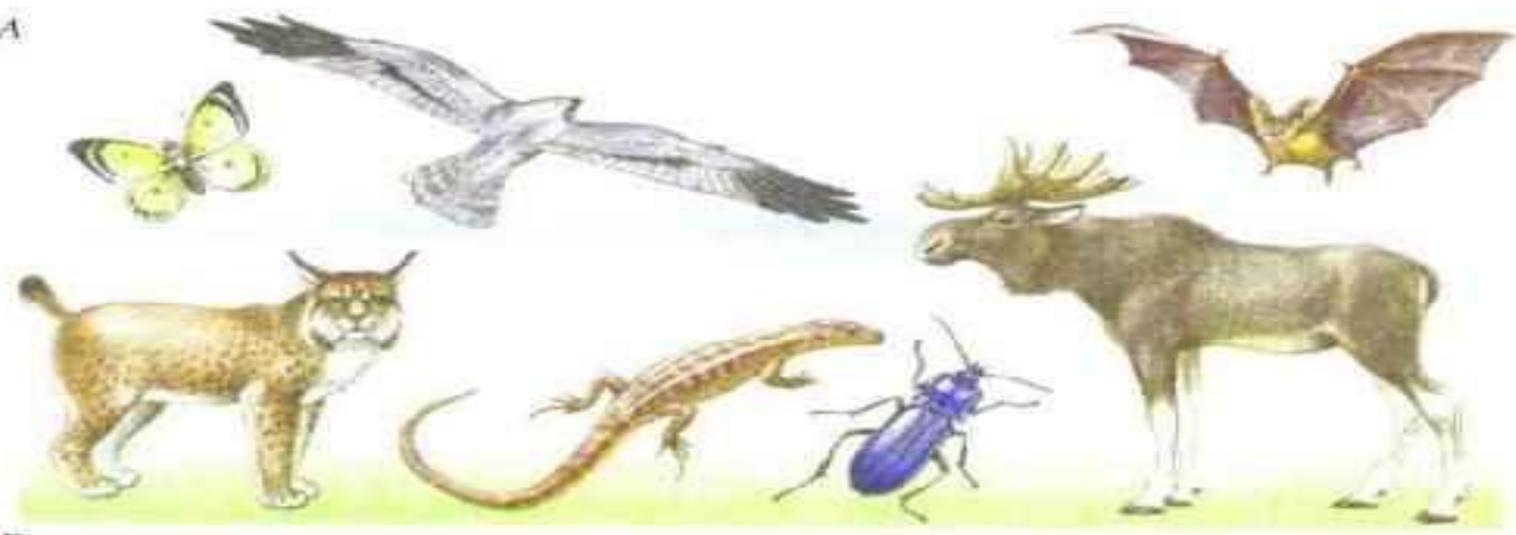
Всевозможные органы прикрепления — присоски и крючки



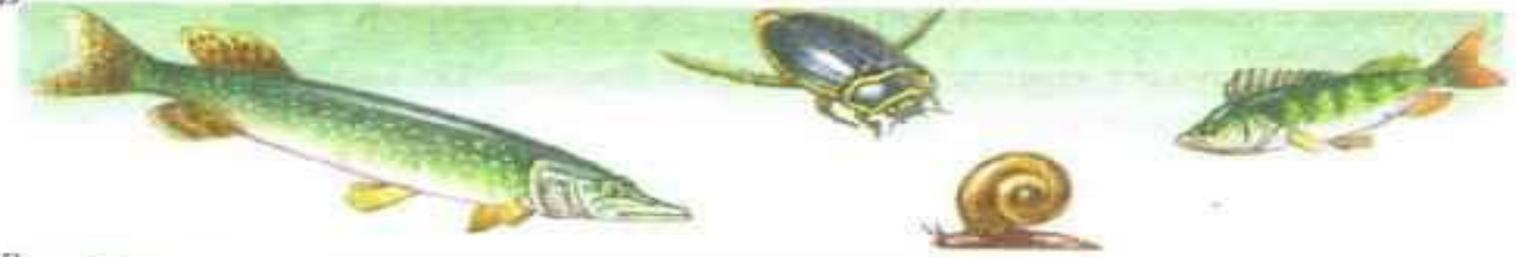
У наружных паразитов тело сплющено в спинно-брюшном направлении или сжато с боков, что облегчает передвижение среди шерсти или волос

Среда	Характеристика	Адаптации организмов к среде
Водная	Высокая плотность, теплопроводность, прозрачность, сильные перепады давления, слабая аэрация, освещенность убывает с глубиной; относительно однородная (гомогенная) в пространстве и стабильная во времени)	Обтекаемая, продолговатая форма тела, плавучесть, слизистые покровы, развитие воздухоносных полостей, осморегуляция
Наземно-воздушная	Обилие света и кислорода, низкая плотность воздуха, резкие колебания температуры, высокая подвижность атмосферы, дефицит влаги; гетерогенная. Наиболее сложная как по свойствам, так и по разнообразию в пространстве	Выработка опорного скелета, механизмов терморегуляции, экономного расходования воды, высокая эффективность окислительно-восстановительных процессов, развиты органы усвоения атмосферного кислорода
Почвенная	Дефицит или полное отсутствие света, высокая плотность, недостаток или избыток влаги, недостаток кислорода, сравнительно высокое содержание углекислого газа, рыхлая структура субстрата, заполненная смесью газов и водой. Создана живыми организмами	Вальковатая форма тела, малые размеры, прочные покровы тела, кожное дыхание, редукция органов зрения, у некоторых имеется копательный аппарат, развита мускулатура
Организованная	Наличие легкоусвояемой пищи, постоянство температурного, осмотического, солевого режимов, отсутствие угрозы высыхания, защищенность от врагов, нехватка кислорода, ограниченность жизненного пространства	Упрощение всех систем органов, редукция некоторых из них, появление органов прикрепления, высокая плодовитость, сложные циклы развития со сменой одного или нескольких хозяев

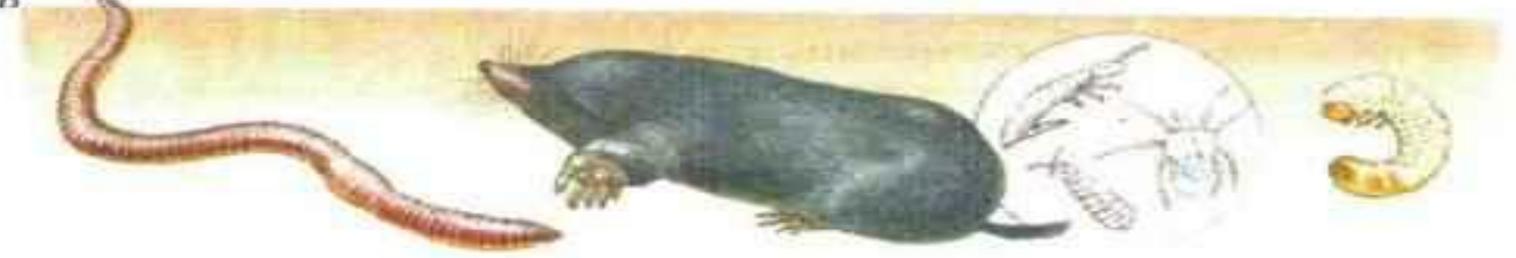
A



B



B



Г

