

## Лекция 2. Факторы среды, их общая характеристика

1. *Определение среды обитания.*
2. *Виды среды обитания, ее основные факторы.*
3. *Теория Ч. Дарвина.*
4. *Основные законы жизни по Б. Коммонеру*

1. Окружающий нас живой мир состоит из организмов. Организмы очень разнообразны и образуют целые царства – царства растений и животных. Есть виды, живущие всего несколько дней, а есть, которые живут несколько сотен лет. Все организмы живут в разных условиях, но занимают строго определенное жизненное пространство. Каждый организм требует для своего развития и размножения определенных условий окружающей среды. Что же такое окружающая среда?

**Среда обитания – это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует.**

Это и температура, освещенность, давление, уровень радиации, подвижность частиц.

2. На нашей планете организмы освоили 4 среды жизни - наземно-воздушная, водная, почва, сами живые организмы.

Любой организм смертен, а жизнь существует на Земле уже около 4 млрд лет. Почему же жизнь продолжается? Организмы размножаются.

**Любые свойства или компоненты внешней среды, оказывающие влияние на существование и географическое распространение живых существ – экологические факторы.**

*Абиотические* – температура, свет, радиоактивное излучение, влажность воздуха, соленость воды, ветер, течения, рельеф местности.

*Биотические* – формы воздействия живых существ друг на друга.. межвидовые отношения – хищник-жертва, нейтральные, паразит-хозяин, внутривидовые – иерархические, демографические, социальные и т.д.

*Антропогенные* – формы деятельности человеческого общества, приводящие к изменению природы как среды обитания организмов. В характере воздействия любых факторов можно выделить закономерности:

**Закон оптимума – каждый фактор имеет определенные пределы положительного влияния на организм.**

Таким образом, для каждого вида существует свой закон оптимума, и уменьшение или усиление влияния фактора ведет к гибели организма.

**Закон ограничивающего фактора – наиболее значим тот фактор, который больше всего отклоняется от оптимальных для организмов значений.**

Если бы факторы, ограничивающие жизнь организмов действовали непрерывно, они также привели бы к гибели живых существ, но организмы выработали защиту – адаптацию.

**Адаптация** – приспособительные реакции организмов к изменчивым факторам среды обитания.

3. Путь приспособительных изменений обобщил Ч. Дарвин – эволюционная теория. 4 основных положения:

- 1) все организмы изменчивы.
- 2) различия передаются по наследству.
- 3) борьба за существование и естественный отбор.
- 4) распространенность и численность вида зависит от количества оставляемого потомства.

#### **4. Законы жизни Барри Коммонера:**

- 1) все связано со всем
- 2) все надо куда-то девать
- 3) за все надо платить
- 4) природа знает лучше.

Среда обитания – одно из ключевых понятий экологии. В ходе эволюции и при воздействии меняющихся факторов среды живая природа достигла большого разнообразия. Но процесс не прекратился: меняются при родные условия, организмы приспособляются к изменившимся условиям окружающей среды. Эта способность организмов адаптироваться к изменению среды является важнейшим экологическим свойством, обеспечивающим соответствие между существами и средой их обитания.

### **Лекция 3. Среда обитания. Атмосфера - наземно-воздушная среда обитания живых организмов**

1. Атмосфера как среда обитания живых организмов.
2. Свет как условие жизни организмов.
3. Температурный режим.
4. Загрязнения наземно-воздушной среды.

**1. Наземно-воздушная среда** – самая сложная по экологическим условиям жизни. Жизнь на суше потребовала таких морфологических, биохимических приспособлений, которые оказались возможными только при очень высоком уровне организации как растений, так и животных.

К наземно-воздушной среде можно отнести как верхний слой литосферы, так и нижнюю часть атмосферы. Поскольку основная масса живых существ обитает в тропосфере, именно этот слой атмосферы входит в понятие наземно-воздушной среды обитания.

**Тропосфера** – самый нижний слой атмосферы. Высота варьирует от 7 до 18 км. В ней содержится основная масса водяных паров, которые

конденсируясь, образуют облака. В тропосфере происходит мощное перемещение воздуха и температура падает в среднем на 0,6оС с поднятием на каждые 100м.

Атмосфера земли состоит из смеси газов, не взаимодействующих друг с другом. В ней происходят все метеорологические процессы, совокупность которых называется **климатом**. Верхняя граница примерно на 2000 км. Основная масса воздуха сосредоточена на высоте 70 км. Сухой воздух содержит, %: азота – 78,08; кислорода – 20,95; аргона – 0,93; углекислого газа – 0,03. Остальные – водород, неон, гелий, криптон, радон, ксенон – инертные газы.

Воздух атмосферы является одним из основных жизненно важных элементов окружающей среды. Он надежно защищает землю от вредного космического излучения. Под воздействием атмосферы свершаются важнейшие геологические процессы, которые в конечном итоге формируют ландшафт.

Атмосферный воздух относится к категории неисчерпаемых природных ресурсов, но сегодня существует целый ряд факторов, который усиливает вредное влияние на атмосферу:

- интенсивное развитие промышленности,
- рост городов,
- расширение исследований космоса.

**2. Свет как условие жизни растений.** Свет необходим растениям. Он улавливается зелеными растениями в процессе фотосинтеза.

В связи с разной потребностью растений в свете, существуют разные морфологические и физиологические адаптации к световому режиму обитания.

Адаптация – системы регулирования обменных процессов и физиологических особенностей, обеспечивающих максимальную приспособленность организмов к условиям окружающей среды.

#### Экологические группы в соответствии с адаптациями:

**Светолюбивые** – сильноветвящиеся побеги с укороченными междоузлиями, розеточные; листья мелкие или с сильной рассеченной листовой пластинкой, нередко с восковым налетом или опушенные, часто повернутые ребром к свету.

**Тенелюбивые** – листья темно-зеленого цвета, располагаются горизонтально, это растения нижних ярусов лесов, глубоководные; стебли длинные, цветки яркие или с сильным запахом.

**Теневыносливые** – могут переносить затенение, но и хорошо растут на свету (дуб, бук, граб, ель, кустарники и лесные травы.).

Листья деревьев часто составляют листовую мозаику для полноценного принятия света.

**Фотопериодизм** – реакция организма на смену режима освещения – в течение суток, сезонов. Изменяются процессы обмена веществ, роста и развития. С ним связано явление фототропизма – движения отдельных органов растений к свету. (подсолнух, одуванчик, ...).

Растения короткого дня – субтропики. Рис, соя, хризантема.

Растения длинного дня – укроп, рудбекия, хлебные злаки, крестоцветные.

**3. Свет как условие жизни животных.** Для ориентации в пространстве. У примитивных это светочувствительные клетки или даже место в клетке (светочувствительный глазок). Образное видение. Паук -1-2 см, позвоночные – форма, размеры и расстояние до предметов. Органы зрения развиты в зависимости от среды обитания, образа жизни. С помощью зрения птицы способны к перелетам. Так же развито это у пчел.

**4. Температурный режим. Температурные адаптации.**

От 0 до -50. Криофилы – -8-10. виды, предпочитающие холод. Бактерии, грибы, лишайники, мхи, членистоногие. Термофилы – высокие температуры. Черви, насекомые, клещи, бактерии – до +70. Латентные – длительно покоящиеся. До +180, -195,8 – Бактерии, одноклеточные водоросли, длительное хранение при -70.

**Анабиоз** – временная приостановка всех жизненных процессов.

У растений – транспирация – система испарения воды через устьичный аппарат, которая спасает их от перегрева. Пирофиты – переживают пожары в саваннах.

У животных – пойкилотермные – меняют температуру тела со средой – насекомые, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся.

Гомойотермные - поддерживают постоянную температуру тела – млекопитающие и птицы.

Температурные адаптации.

Химические терморегуляции – увеличение теплопродукции.

Физическая – способность удерживать тепло благодаря испарению, перьям, пуху, жиру.

Поведенческая – перелеты, движения, бег, спрятаться в гнезда, норы, спячка.

**5. Загрязнения наземно-воздушной среды.**

В последнее время все более значительным внешним фактором, изменяющим наземно-воздушную среду обитания, становится антропогенный фактор.

Атмосфера, как и биосфера, имеет свойство самоочищения, но объем и скорость современных загрязнений превосходят природные возможности их обезвреживания. Существует классификация загрязнений природной среды:

Природные – различная пыль: минеральная (продукт выветривания и разрушения горных пород), органическая (аэропланктон – бактерии, вирусы, пыльца растений), космическая (частицы, попадающие из космоса). Антропогенные – промышленные, транспортные, бытовые выбросы в атмосферу (пыль цементных заводов, сажа, разные газы, пестициды, аэрозоли и т.д.)

По последним подсчетам за последние 100 лет в атмосферу было выброшено:

*Мышьяка 1,5 млн. т*

*Никеля 1 млн. т.*

*Кремния 1,35 млн. т.*

*Кобальта 900 тыс. т.*

*Цинка, меди и др. 600 тыс. т.*

В результате выбросов в городах, где снижено ультрафиолетовое излучение и наблюдается большое скопление людей, происходит деградация воздушного бассейна, одним из проявлений которого является смог.

Бывает классический (смесь токсичных туманов, возникающих при незначительной облачности) и фотохимический (едкие газы и аэрозоли, которая образуется без тумана в результате фотохимических реакций).

Наземно-воздушная среда является самой сложной для жизни организмов. Физические факторы, ее составляющие, очень разнообразны: свет, температура. Но организмы приспособились в ходе эволюции к этим меняющимся факторам и выработали системы адаптации для обеспечения чрезвычайной приспособленности к условиям обитания. Несмотря на неисчерпаемость воздуха как ресурса окружающей среды, качество его стремительно ухудшается. Загрязнение воздуха – самая опасная форма загрязнения окружающей среды.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Почему принято говорить о единстве организма и среды?
2. Что такое абиотические факторы среды?
3. Что такое лимитирующий фактор?
4. Что общего в приспособлениях к среде у таких разных животных, как белый медведь и верблюд?
5. Какие потоки энергии получает живой организм?
6. Почему живые существа не испытывают губительного воздействия ультрафиолетовых лучей?
7. Какие прогрессивные изменения строения тела (ароморфозы) обеспечивают постоянную температуру тела у птиц и млекопитающих?
8. Укажите формы приспособления растений к условиям освещения.
9. Почему в глубоководных зонах океана и в глубине тропического леса поток излучения может на протяжении суток оставаться практически постоянным, а в пустоте и высокогорной тундре дневной поток энергии во много раз больше ночного?

### **Лекция 4. Вода в природе. Водная среда обитания**

1. Распределение воды в гидросфере: виды, формы, запасы воды,
2. Вода как компонент внутренней среды организмов и свойства воды как
3. среды обитания;
4. Круговорот воды и использование её человеком;
5. Загрязнение водоемов и пути охраны водных ресурсов

**Виды, формы, запасы воды.** Вода - одно из самых распространенных веществ на Земле. Ее мировые запасы составляют жидкая (соленая и пресная), твердая (пресная) и газообразная (пресная) вода. Все воды Земли образуют гидросферу, площадь которой занимает 70% всей поверхности Земли. В состав гидросферы входят: Мировой океан, подземные воды, ледники, озера,

почвенная влага, пары атмосферы, речные воды. Наибольшие запасы соленой воды сосредоточены в Мировом океане, пресной - в ледниках.

Вода непрерывно перемещается по Земле. Пути ее перемещения – *общая циркуляция в атмосфере, морские течения и речной сток*. Скорость водообмена колеблется в различных частях гидросферы. Медленнее всего возобновляются подземные воды (около 5000 лет), а обмен речных происходит 32 раза в течение года. Поэтому очень важна проблема загрязнения подземных вод (например, в результате подземных ядерных взрывов). Загрязнив один раз, мы не сможем их обновить раньше чем через 5000 лет.

Доступная пресная вода, необходимая для растительного и животного мира, физиологических потребностей и хозяйственной деятельности людей, составляет лишь 2% гидросферы, при этом распределена она по континентам крайне неравномерно - ее много в ледниках и мало в засушливых районах Африки и Азии.

**Вода** - это специфическая среда обитания для большой группы живых организмов. Жизнь возникла в воде, вода входит в состав живых тел и является той средой, где в любом организме протекают все биохимические реакции. Вода составляет основную часть цитоплазмы клеток, растительных соков, жидких тканей животных (табл. 2).

Концентрация солей в воде определяет осмотическое давление тканей, через водную среду происходят контроль и регуляция содержания макро- и микроэлементов в цитоплазме. Укажем физиологическое значение некоторых микроэлементов, ионы которых растворены в воде:

Ca, Si - образуют основу скелетных структур; S - составная часть аминокислот; Co - входит в состав витаминов (B12); Cu, Fe, Mg - входят в состав дыхательных ферментов и хлорофилла; J, Zn и др. - необходимы для работы некоторых гормонов.

Недостаток или избыток микроэлементов в воде может вызывать различные эндемические заболевания. Содержание воды и растворенных в ней минеральных элементов непостоянно. Организм все время расходует воду и получает ее вновь из окружающей среды.

Таблица 2

#### Содержание воды в тканях различных организмов

Организмы, органы, ткани	Вода, % к весу тела
Водоросли	96-98
Листья салата, плоды томатов и огурцов	94-95
Корни моркови	87-91
Листья трав	83-86
Клубни картофеля	74-80
Стволы деревьев	40-55
Медузы	До 95
Речной рак	77
Насекомые	46-92
Головастики лягушек	До 93
Млекопитающие	63-68
Плазма крови	98
Кости	20

Кроме всего прочего, вода - единственный источник кислорода, образующегося в процессе фотосинтеза: он образуется при фотохимическом разложении воды, в котором используется энергия солнечного света.

Серьезные нарушения в организме может вызвать обезвоживание. Некоторые растения и животные теряют воду только в периоды покоя. Для большинства же растений и животных потеря значительного количества влаги губительна. Так, у многих млекопитающих, в том числе и у человека, при снижении содержания воды в организме на 10% возникают тяжелые болезненные явления, а потеря 20-30% влаги обычно заканчивается смертью.

Многие животные и растения постоянно живут в воде, и в этом случае для их существования огромное значение имеют физические свойства водной среды.

**Свойства водной среды обитания.** Рассмотрим факторы водной среды, действующие на водных обитателей.

Прежде всего, это *плотность водного слоя*. Это фактор, определяющий условия передвижения водных организмов и давление на разных глубинах.

Дистиллированная вода имеет плотность 1 г/см<sup>3</sup> при +4°C. Плотность природных вод, содержащих соли, может быть больше - до 1,35 г/см<sup>3</sup> и более. Плотность воды обеспечивает организмам возможность опираться на нее, что особенно важно для бесскелетных форм. Взвешенные, парящие в воде организмы объединяются в особую экологическую группу гидробионтов - планктон. Обитатели дна образуют особую группу - бентос. Следующие важные показатели для существующих в воде организмов - это *подвижность, светопроницаемость (или мутность), давление, а также кислотность (значение водородного показателя — рН)*. В глубине температура практически постоянна (+4 °С).

Все эти свойства водной среды во многом определяют форму тела и строение скелета, соответствующее водной среде строение органов чувств и другие особенности анатомии и физиологии водных обитателей.

Еще один фактор, важнейший для водной среды, - *кислородный режим*.

Важное условие существования жизни в воде - растворенный в воде кислород, необходимый для дыхания водных растений и животных. Содержание кислорода в воде в 21 раз ниже, чем в атмосфере. Кислород поступает в основном за счет фотосинтетической деятельности водорослей. Верхние слои водной толщи богаче кислородом, чем нижние.

Некоторые водные обитатели способны переносить значительные колебания содержания кислорода в воде (карась, сазан); другие виды (радужная форель, кумжа, гольян) могут существовать только в водоемах, насыщенных кислородом.

Нехватка кислорода иногда приводит к катастрофическим явлениям - *заморам* - с гибелью гидробионтов. Кроме недостатка кислорода в водоеме, заморы могут быть вызваны повышением концентрации токсичных газов - метана, сероводорода, углекислого газа и других, образующихся в результате разложения органических остатков на дне водоема. Таким образом, вода - это и внутренняя среда большинства организмов, и внешняя среда для многих из них.

**Круговорот воды.** Для обеспечения устойчивости экосистем чрезвычайно важны циклические превращения элементов, а также участие веществ в биологических и биогеохимических круговоротах. В биосфере в такой круговорот вовлечена и вода. Происходит это следующим образом. Вода выпадает на поверхность земли в виде осадков, образующихся в результате испарения Мирового океана (рис. 2). При испарении в атмосфере накапливается водяной пар, который, конденсируясь, образует облака и, наконец, дождь или снег, выпадающие на землю; затем часть осадков снова испаряется с поверхности земли; часть проникает в почву, поглощается растениями и испаряется ими в процессе транспирации; часть просачивается в глубокие слои почвы и пополняет подземные воды, а часть осадков стекает в водоемы (реки, озера) и оттуда также испаряется в атмосферу. Растительность на поверхности земли играет роль грандиозного испарителя, имеет водорегулирующее значение, способствует удержанию влаги и препятствует иссушению и эрозии почв.

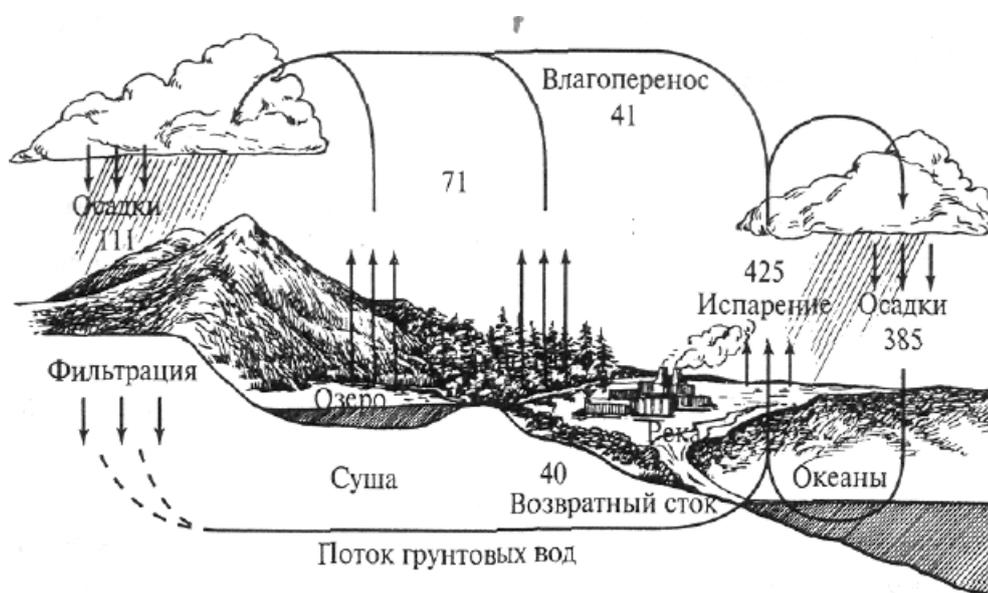


Рис. 2. Круговорот воды в природе

**Вода как среда обитания растений.** Вода накладывает отпечаток на внешний облик и внутреннюю структуру растений. Среди растений различают *гигрофиты* и *гидрофиты*. *Гигрофиты* - растения, живущие в условиях повышенной влажности, произрастающие на болотах или в мангровых лесах и требующие для нормальной жизнедеятельности большого количества воды (осока, камыш, рогоз, сфагнум, растения влажных джунглей и т.д.). *Гидрофиты* - водные растения, живущие либо полностью погруженными в воду (водоросли), либо на ее поверхности находятся листовые пластинки, а остальная часть находится в воде (кувшинки, элодея, Виктория регия, ряска, водоросли, сальвиния - водяной папоротник и т.д.). Растения, обитающие в толще воды, используют в процессе фотосинтеза наиболее глубоко проникающие в воду голубые, синие и сине-фиолетовые лучи. Соответственно и цвет водорослей меняется с глубиной от зеленого к бурому и красному.

**Вода как среда обитания животных.** Животные, постоянно обитающие в воде, адаптируются к преодолению высокой плотности воды. Для них характерна продолговатая форма тела, хорошо развитая мускулатура, наличие слизи и чешуи для уменьшения трения. Для ориентации в условиях недостатка света организмы используют звук. В воде он распространяется намного быстрее, чем в воздухе. Для обнаружения различных препятствий и пищи многие организмы используют отраженный звук по типу эхолокации. К водным животным относят рыб, водных млекопитающих (киты, дельфины), водных членистоногих (крабы, омары), моллюсков (кальмары, осьминоги, жемчужницы) и т. д.

**Использование воды человеком.** Человечество потребляет огромное количество пресной воды. Наиболее водоемкие отрасли промышленности: горнодобывающая, сталелитейная, химическая, нефтехимическая, целлюлозно-бумажная и пищевая. На них уходит 70% всей воды, используемой в промышленности. Но все же главный потребитель пресной воды - сельское хозяйство, забирающее 60—80% пресной воды, используемой человеком. Вода - необходимый компонент жизнедеятельности человека. Как человек использует воду?

Вода — универсальный растворитель, все биохимические и обменные реакции в живом организме протекают с ее участием.

1. В сутки человек должен выпивать от 0,5 до 2 л воды.
2. Вода необходима для поддержания гигиены тела, жилища, улицы.
3. В теплоцентралях городов и поселков циркулирует вода.
4. Минеральные воды употребляют внутрь и для ванн, используя их целебные свойства.
5. Горячая вода термальных источников идет для обогрева жилья, парников, теплиц, выработки электроэнергии.

Рост городов, бурное развитие промышленности, интенсификация сельского хозяйства, расширение площадей орошаемых земель, улучшение культурно-бытовых условий все более усложняют проблему обеспечения водой.

Потребности в воде огромны, и расходы ее с каждым годом возрастают. Так, если на бытовые нужды в домах без канализации человек потребляет в сутки около 50 л воды, то в современных зданиях расход воды на 1 человека в день составляет 200-500 л.

Большая часть воды после ее использования в хозяйственных нуждах возвращается в реки в виде сточных вод. Дефицит пресной воды уже сейчас становится проблемой, недостаток воды уже ощущают такие страны, как ФРГ, Франция, Англия, Бельгия и другие (всего более 50 стран). Некоторые африканские страны импортируют пресную воду в виде айсбергов.

**Источники пополнения питьевой воды.** *Открытые водоемы* - реки, озера, родники. Для получения питьевой воды из этих источников требуется дополнительная очистка.

*Атмосферные осадки* - почти дистиллированная вода, в которой нет необходимых микроэлементов. Кроме того, при прохождении над населенными

пунктами осадки загрязняются пылью, грязью, газами, различными микроорганизмами. В результате для питья такая вода не годится.

*Артезианские воды*, образующиеся из подземных из подземных вод, - как правило, это чистая вода, но отличающаяся повышенной жесткостью. Даже артезианская вода может быть загрязнена через трещины в земных породах, заброшенные шахты и т. д.

Человека волнует проблема качества воды, которую он употребляет, так как это одна из составляющих экологического здоровья населения. Основные «средовые» болезни идут от загрязнения атмосферы и воды. Через воду могут передаваться возбудители инфекционных заболеваний (брюшного тифа, холеры, дизентерии, туляремии). Вода также может быть источником заражения гельминтами и малярией. Если в какой-то местности в воде не хватает йода, то жители местности страдают эндемическим зобом. Избыток фтора в воде вызывает эндемический флюороз, т.е. зубы и кости человека становятся хрупкими, поражается костно-связочный аппарат, а недостаток фтора увеличивает поражаемость зубов кариесом, в основном у детей.

**Загрязнение морских вод.** Качество используемой человеком воды резко снизилось из-за сбросов химических предприятий, бытовых отходов и других загрязнителей в пресные и морские, воды. В результате поступления в воды морей и Мирового океана значительного количества ядовитых и антропогенных отходов уменьшаются самоочистительные свойства морских вод, снижается их биологическая продуктивность. Различают три вида загрязнения морских вод: химическое, загрязнение бытовыми отбросами, радиоактивное.

*Химические загрязнители* — это в основном нефть и нефтепродукты, попавшие в море в результате бурения скважин или аварий танкеров.

*Загрязнение бытовыми отбросами* приводит к возникновению инфекционных заболеваний у купальщиков, изменению водной флоры и фауны.

*Радиоактивное загрязнение* — это такое загрязнение, при котором концентрация радионуклидов, накапливаемая планктонными организмами, в несколько раз превышает радиоактивность воды; источники загрязнений: отходы атомных подводных лодок, заводы для очистки урановой руды, атомные электростанции.

**Загрязнение внутренних водоемов.** Вследствие бурного развития промышленности исчезают полноводные реки, озера, резко меняется их солевой состав. Так, воду Рейна нельзя использовать для питья, этой водой опасно даже чистить зубы, так как концерны Германии и Франции сбрасывают туда неочищенные отходы. В сточную канаву превращена река Везер, насыщены отравляющими веществами воды Эльбы. В Англии загрязнены почти все реки. Ни одна из рек Москвы не соответствует санитарным нормам.

Вредными загрязнителями внутренних вод являются фенол и его производные, а также поверхностно-активные вещества, содержащиеся в современных моющих средствах. Вызывает серьезное беспокойство загрязнение водоемов пестицидами и минеральными удобрениями, поступающими с полей с дождевыми и талыми водами.

**Пути охраны водных ресурсов** - внедрение новых технологических процессов, переход на замкнутые (бессточные) циклы водоснабжения, где сточные воды не сбрасываются, а используются многократно.

В настоящее время очистка сточных вод проводится механическими, химическими и биологическими методами.

*При механическом методе* используют систему отстойников и разного рода ловушек (сита, решетки, песколовки, жироловки и т. д.).

*При химическом методе* в сточные воды добавляют реагенты, образующие с загрязнителями нерастворимый осадок.

*При биологическом методе* для минерализации органических загрязнителей используют аэробные (т. е. протекающие в кислородной среде) биологические процессы, осуществляемые микроорганизмами. Так, на сахарных заводах сточные воды очищают с помощью одноклеточной зеленой водоросли хлореллы. Создаются специально подготовленные участки - поля орошения, биологические фильтры. Этот метод дает наилучший результат.

На сельскохозяйственных полях орошения загрязненная вода фильтруется через почву, при этом накапливается значительное количество ценных органических удобрений.

Таким образом, вода - главная составная часть гидросферы, основной средообразующий компонент, неотъемлемая часть живого вещества. Несмотря на большие запасы пресных вод на Земле, дефицит их для человека и многих экосистем реален. Истощая и загрязняя воды, человек не только лишает себя данного ресурса, но и разрушает среды жизни многих организмов, нарушает свойственные им связи.

**Контрольные вопросы:**

1. Какую важную роль играет вода в биосфере?
2. Как происходит круговорот воды в природе? Какую роль в круговороте воды в природе играет транспирация?
3. На какие виды хозяйственной деятельности человеку необходимо вода?
4. Каковы основные источники загрязнения воды?
5. У некоторых водных позвоночных, например у акул, скелет состоит не из костей, а из эластичного хряща. Наземных позвоночных с хрящевым скелетом нет, у них скелеты только костные. Как это объяснить с экологической точки зрения?
6. Влияет ли погода на обитателей водоемов?

**Лекция 5. Почва как среда обитания. Организм как среда обитания**

1. Почва как среда обитания.
2. Строение и составные компоненты почвы.
3. Загрязнение почвы.
4. Гигиеническое значение почв.
5. Организм как среда обитания.
6. Явление паразитизма.

**Почва как среда обитания.** Почва обеспечивает биогеохимическую среду для человека, животных и растений. В ней идет накопление атмосферных осадков, концентрируются элементы питания растений, она является фильтром и обеспечивает чистоту подземных вод. В.В. Докучаев, родоначальник научного почвоведения, внес значительный вклад в изучение почв и процессов почвообразования, создал классификацию русских почв и дал описание русского чернозема. Представленная В.В. Докучаевым во Франции первая почвенная коллекция имела огромный успех.

Он, являясь также автором картографии русских почв, дал окончательное определение понятию «почва» и назвал ее образующие факторы. В.В. Докучаев писал, что *почва - это верхний слой земной коры, обладающий плодородием и образовавшийся под действием физических, химических и биологических факторов.*

Толщина почвы колеблется от нескольких сантиметров до 2,5 м. Несмотря на незначительную толщину, эта оболочка Земли играет важнейшую роль в распространении различных форм жизни. Почва состоит из твердых частиц, окруженных смесью газов и водными растворами. Химический состав минеральной части почвы определяется ее происхождением. В песчаных почвах преобладают соединения кремния ( $\text{SiO}_2$ ) в известковых - соединения кальция ( $\text{CaO}$ ), в глинистых - соединения алюминия ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

В почве сглажены температурные колебания. Осадки задерживаются почвой, благодаря чему поддерживается особый режим влажности. В почве сконцентрированы запасы органических и минеральных веществ, поставляемые отмирающими растениями и животными.

**Обитатели почвы.** Здесь создаются условия, благоприятные для жизни макро- и микроорганизмов.

Во-первых, здесь сосредоточены корневые системы наземных растений.

Во-вторых, в  $1\text{ м}^3$  почвенного слоя находится 100 млрд. клеток простейших, коловраток, миллионы нематод, сотни тысяч клещей, тысячи членистоногих, десятки дождевых червей, моллюсков и прочих беспозвоночных;  $1\text{ см}^3$  почвы содержит десятки и сотни миллионов бактерий, микроскопических грибов, актиномицетов и других микроорганизмов. В освещенных слоях почвы обитают сотни тысяч фотосинтезирующих клеток зеленых, желто-зеленых, диатомовых и сине-зеленых водорослей. Таким образом, почва чрезвычайно насыщена жизнью. Распределена она неодинаково в вертикальном направлении, поскольку имеет выраженное слоистое строение.

Различают несколько почвенных слоев, или горизонтов, из которых можно выделить три основных:

- гумусовый горизонт,
- горизонт вымывания
- материнская порода

В пределах каждого горизонта выделяются более дробные слои, сильно различающиеся в зависимости от климатических зон и состава растительности. Влажность - важный и часто меняющийся показатель почвы. Он очень важен для земледелия. Вода в почве бывает парообразная и жидкая. Последняя делится на *связанную и свободную (капиллярная, гравитационная).*

В почве содержится много воздуха. Состав почвенного воздуха изменчив.

С глубиной в нем сильно падает содержание кислорода и возрастает концентрация CO<sub>2</sub>. В связи с присутствием органических остатков в почвенном воздухе может быть высокая концентрация таких токсичных газов, как аммиак, сероводород, метан и др. Для сельского хозяйства, кроме влажности и наличия в почве воздуха, необходимо знать и другие показатели почвы: кислотность, количество и видовой состав микроорганизмов (почвенная биота), структурный состав, а в последнее время и такой показатель, как токсичность (генотоксичность, фитотоксичность) почв.

Итак, в почве взаимодействуют следующие компоненты:

- 1) минеральные частицы (песок, глина), вода, воздух;
- 2) детрит - отмершее органическое вещество, остатки жизнедеятельности растений и животных;
- 3) множество живых организмов.

Гумус - питательный компонент почвы, образуется при разложении растительных и животных организмов. Растения поглощают из почвы необходимые минеральные вещества, но после смерти растительных организмов все эти элементы вновь возвращаются в почву. Там почвенные организмы постепенно перерабатывают все органические остатки до минеральных компонентов, превращая их в доступную для всасывания корнями растений форму.

Таким образом, происходит постоянный круговорот веществ в почве. В нормальных естественных условиях все процессы, происходящие в почве, находятся в равновесии.

**Загрязнение почвы и эрозия.** Но человек все больше нарушает это равновесие, происходят эрозия и загрязнение почв. *Эрозия - это разрушение и смыл плодородного ветром и водой из-за уничтожения лесов, многократной распашки без соблюдения правил агротехники и т.д.*

В результате производственной деятельности человека происходит *загрязнение почв* излишними удобрениями и ядохимикатами, тяжелыми металлами (свинцом, ртутью) особенно вдоль автострад. Поэтому нельзя собирать ягоды, грибы, растущие вблизи дорог, а также лекарственные травы. Вблизи крупных центров черной и цветной металлургии почвы загрязнены железом, медью, цинком, марганцем, никелем и другими металлами, их концентрации во много раз превышают предельно допустимые.

Много радиоактивных элементов в почвах районов АЭС, а также вблизи научно-исследовательских учреждений, где изучают и используют атомную энергию. Очень велики загрязнения фосфорорганическими и хлорорганическими токсичными веществами.

Одним из глобальных загрязнителей почвы являются кислотные дожди. В атмосфере, загрязненной диоксидами серы (SO<sub>2</sub>) и азота, при взаимодействии с кислородом и влагой образуются аномально высокие концентрация нормальный дождь имеет pH 6-7. Кислотные дожди вредны для растений. Они закисляют почву и нарушают тем самым происходящие в ней реакции, в том числе реакции самоочищения.

**Гигиеническое значение почвы.** Почву издавна используют для обеззараживания и утилизации отходов, образуемых человеком в процессе жизнедеятельности. Но загрязненная почва может стать источником инфекционных, инвазионных и других заболеваний.

Для развития большинства патогенных бактерий почвенная среда неблагоприятна, там они сравнительно быстро погибают.

Возбудители брюшного тифа, чумы, дизентерии, туберкулеза, вирус полиомиелита живут в почве от нескольких часов до нескольких месяцев, а такие спорообразующие болезнетворные микробы, как бациллы столбняка, сибирской язвы, газовой гангрены, могут жить в почве несколько лет.

Поступление воздуха в почву имеет огромное гигиеническое значение, так как все окислительные процессы с участием аэробных бактерий, живущих в почве, требуют достаточного количества кислорода. Процессы распада могут происходить и в анаэробных (без участия кислорода) условиях.

Разложение органических остатков и самоочищение почвы происходит в два этапа - через минерализацию и нитрификацию.

Минерализация осуществляется под действием ферментов, выделяемых микробами и грибами. В анаэробных условиях процессы гниения и брожения идут с выделением зловонных газов: аммиака, сероводорода, метана. В процессе минерализации гибнут возбудители инфекционных заболеваний, а яйца глистов становятся нежизнеспособными.

Нитрификация осуществляется аэробными нитрифицирующими бактериями. Конечные продукты минерализации и нитрификации переходят в химические соединения, которые используют для питания растения.

В заключение нужно сказать, что по ряду экологических особенностей почва является промежуточной между водной и воздушной средой. Общим с водной средой является температурный режим, пониженное содержание кислорода в почвенном воздухе, а с воздушной - наличие почвенного воздуха.

Промежуточные экологические свойства почвы как среды обитания животных позволяют предполагать, что она играла особую роль в эволюции животного мира и послужила той средой, через которую многие водные животные перешли к наземному образу жизни.

**Организм как среда обитания.** Организм тоже может быть средой обитания для других живых организмов, как симбионтов, так и паразитов. Паразиты живут в условиях ограниченного запаса пищи. Организм хозяина служит также и комфортным жилищем, так как им не грозит высыхание, нет резких перепадов температур. Наиболее слабое звено в жизни паразитов - это перенос от одного хозяина к другому в случае гибели последнего. Высокая плодовитость паразитов и использование промежуточных хозяев компенсируют это. Человек использует личные методы для прямого уничтожения паразитов, а также для ограничения их численности. Симбионты, в отличие от паразитов, не только получают полезные вещества от хозяина, но и отдают ему витамины, некоторые питательные компоненты.

На планете организмы освоили четыре среды обитания, которые сильно отличаются по специфике условий. Водная среда была первой средой, в которой зародилась жизнь. В последующем живые организмы овладели

наземно-воздушной средой, затем создали и заселили почву. Четвертой средой жизни стали сами живые организмы, каждый из которых представляет целый мир для населяющих его паразитов и симбионтов. Среда обитания могут быть разнообразными, и соответственно у обитателей в ходе эволюции вырабатываются различные приспособления - адаптации.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое почва?
2. От чего зависит плодородие почвы?
3. Почему почву сравнивают с живым организмом?
4. Чем различаются круговороты веществ в почвах естественных биоценозов и искусственных?
5. Какие виды загрязнения почв вам известны?
6. Что такое эрозия почвы? Каковы её последствия?
7. Что такое паразитизм? Расскажите о разных формах паразитизма.
8. Многие паразиты имеют упрощенное строение тела по сравнению со свободноживущими родственными видами. Например, у свиного и бычьего цепней отсутствует кишечник, очень слабо развиты нервная система и органы чувств. Как вы думаете, почему?
9. Какой вред наносят паразиты сельскому хозяйству?
10. Как человек использует паразитов в своей практической деятельности?
11. Назовите известных вам паразитов растений? Как с ними бороться?
12. Какую роль играют домашние животные в распространении паразитов человека? Приведите примеры.
13. В чем сходство и различие паразитизма и хищничества? Приведите примеры.
14. В некоторых особо засушливых районах Австралии и Африки годовые ритмы размножения у местных видов птиц не проявляются. Они откладывают яйца через разные периоды времени сразу же после редких дождей. Объясните, в чем причины такого исключения?

## **Лекция 6. Экосистема, биогеоценоз и их характеристики**

1. Понятие об экосистемах и биоценозах и их границах.
2. Правила функционирования экосистем.
3. Компоненты и состав экосистем.
4. Цепи питания и типы экосистем.
5. Смена биоценозов (экологическая сукцессия)

Понятие об экосистемах и их границах; правила функционирования экосистем; компоненты и состав экосистем; цепи питания и типы экосистем; смена биоценозов (экологическая сукцессия).

В природе все виды растений и животных распределяются не случайно, а всегда образуют определенные, сравнительно постоянные комплексы - природные сообщества. Такие комплексы взаимосвязанных видов, обитающих на определенной территории с более или менее однородными условиями существования, образуют биоценоз.

Биоценоз неразрывно связан с факторами неживой природы (почва, влажность, температура, климат в целом), образуя вместе с ними устойчивую систему, между компонентами которой протекает круговорот веществ. Такой устойчивой саморегулирующейся системе академик В.Н. Сукачев в 1940 году дал название биогеоценоз.

*Свойства биогеоценозов:*

1. Целостность - это взаимосвязь живых организмов друг с другом и со средой обитания за счет потоков энергии и вещества.

2. Устойчивость - это свойство биогеоценозов поддерживать равновесие при любых изменениях окружающей среды (т.е. переносить неблагоприятные условия и сохранять способность размножаться).

3. Самовоспроизведение - способность организмов к размножению, наличие в среде пищи и энергии, воссоздание среды обитания живыми организмами.

4. Саморегуляция - свойство различных популяций регулировать свою численность в зависимости от условий жизни и от численности других популяций.

В последнее время такие системы называют экосистемами.

**Экосистема** - основное понятие экологии. Термин был предложен в 1935 году английским экологом А. Тенсли. *Экосистемы - это любая совокупность взаимодействующих организмов и условий среды.* Между экосистемами, как и между биогеоценозами, нет четких границ, одна экосистема постепенно переходит в другую.

Рассмотрим пример саморегулирующейся системы, которая является частью другой, более крупной экосистемы. Муравейник в лесу - это организованный коллектив, где распределены обязанности и все функции четко увязаны со средой: одни (строители) - добывают стройматериалы из лесного опада, другие «доят» тлей, добывая нектар для малышей (пример взаимопомощи и взаимозависимости), третьи следят за личинками, не выходя за пределы муравейника.

Информация о любых изменениях в окружающей среде сразу же становится известна всей семье, и немедленно принимаются меры для сохранения устойчивости этой системы. Саморегуляция любой экосистемы проявляется в том, что численность особей каждого вида поддерживается на определенном, относительно постоянном уровне.

Экосистема муравейника входит в состав лесного биогеоценоза (экосистемы лиственного или хвойного леса). Экосистема леса, если он расположен на берегу озера или вблизи реки, входит в состав водосборного бассейна, который представляет собой часть географического ландшафта.

Географический ландшафт - это часть биосферы. Таким образом, все экосистемы земного шара связаны между собой через атмосферу и Мировой океан, поскольку через них происходит постоянный круговорот энергии, продуктов жизнедеятельности, и составляют единое целое - биосферу. Масштабы биогеоценологических группировок (экосистем) различны - от сообществ подушек лишайников на стволах деревьев или разлагающегося пня (это микросообщества), до населения целых ландшафтов: лесов, степей,

пустынь и т. п. Но для всех форм сообществ, больших и малых, характерны общие **законы функционирования и развития**.

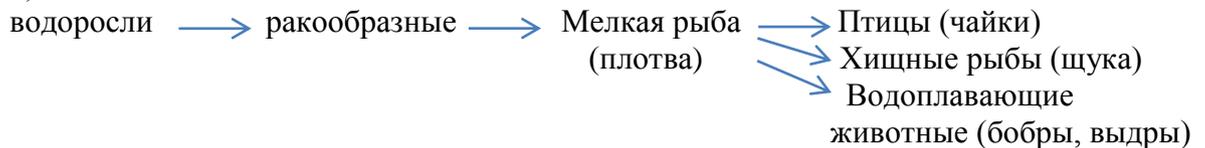
1. Сообщества всегда состоят из готовых частей (представителей отдельных видов или комплексов взаимозависимых видов).

Например:

а) луг:



б) водоем:



2. Части сообщества могут быть заменяемы. Один вид (или комплекс видов) может вытеснить другой со сходными требованиями к условиям обитания и занять его место. Например, одни виды злаков на лугу или в степи легко могут быть заменены другими: ковыль заменяется типчаком и т.п.

3. Интересы многих видов в биоценозе прямо противоположны. Тем не менее виды-антагонисты существуют в рамках единого сообщества, например, хищник - жертва.

4. Сообщества основаны на количественной регуляции численности одних видов другими. Например, численность травоядных зависит, с одной стороны, от количества растительной пищи, а с другой - от количества хищников.

5. Предельные размеры системы ограничиваются не внутренней наследственной программой, а внешними причинами. Так, биоценоз сосняка может занимать небольшой участок среди болот или простираться на огромной территории, если внешние условия однородны.

Биоценозы могут быть бедны или богаты видами. *Видовая структура биоценоза* - это разнообразие видов в нем и соотношение их численности или массы.

Так, в полярных арктических пустынях и северных тундрах при крайнем дефиците тепла, в безводных жарких пустынях, в загрязненных сточными водами водоемах сообщества сильно обеднены видами, так как один или несколько факторов среды сильно отклоняются от оптимального уровня. Здесь выживают виды с широкими пределами выносливости.

И, наоборот, везде, где условия абиотической среды приближаются к оптимальным, возникают сообщества, чрезвычайно богатые видами. Примеры таких сообществ - тропические леса, коралловые рифы с их многообразным населением, долины рек в жарких районах и т. д.

При совместном произрастании растения, разные по высоте, занимают четко определенный *ярус*. Ярусность позволяет множеству растений существовать на одной территории и максимально использовать световые ресурсы среды.

Какие же компоненты входят в каждую экосистему? Во-первых, живые организмы (их называют еще биотой).

Во-вторых, неживые (абиотические) факторы: атмосфера, вода, питательные элементы, свет и др.

В-третьих, мертвое органическое вещество, содержащееся в почве, детрит.

Все живые организмы экосистемы взаимодействуют между собой, обмениваясь веществом и энергией. Без постоянного поступления свободной энергии извне ни одна живая система не может существовать в течение сколько нибудь продолжительного времени.

По способу питания и запасаения энергии все организмы делятся на автотрофов (от греческих аутоc — сам, трофа — питание), гетеротрофов (гетерос — другой) и миксотрофов (микс — смесь).

**Автотрофы** - это организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических за счет различных источников энергии. Автотрофными организмами создается вся первичная биомасса, или биологическая продукция, на Земле. В зависимости от источников энергии различают фото автотрофов и хемоавтотрофов. Практически единственным источником свободной энергии для Земли является солнечный свет. Фотоавтотрофы используют энергию солнечного света в процессе фотосинтеза, синтезируя из углекислого газа и воды органические вещества. К ним относятся все зеленые растения, синезеленые водоросли, некоторые бактерии, содержащие бактериохлорофилл. Хемоавтотрофы получают энергию вследствие окисления соединений серы и железа. Эта группа организмов немногочисленна, к ним относятся серобактерии и железобактерии. Очень важна их роль в экосистемах подземных вод.

**Гетеротрофы** - это организмы, которые не способны использовать непосредственно энергию Солнца и живут за счет энергии, запасенной автотрофами. Они используют органические вещества в процессе питания, разлагая их в конечном счете вновь до углекислого газа и воды, а высвобожденная энергия расходуется на различные процессы жизнедеятельности организмов. Наиболее просто устроенные гетеротрофы разделяются на сапротрофов, питающихся мертвой органикой, и паразитов - питающихся живой. У более сложно организованных организмов, например насекомых, разделение идет по типу пищи: копрофаги питаются фекалиями, детритофаги - растительными остатками, фитофаги - растениями, энтомофаги - другими насекомыми, хищники - животными более высоких систематических групп.

Млекопитающие делятся на растительноядных, падальщиков, хищников.

**Миксотрофы** - это одноклеточные организмы смешанного типа питания. Они могут использовать энергию света для синтеза органических веществ из неорганических (как фототрофы) и одновременно - органические вещества среды выращивания (как гетеротрофы). Таким образом, они одновременно являются и фототрофами, и гетеротрофами. К ним относятся одноклеточные водоросли эвглена и хлорелла.

Внутри живого компонента любой экосистемы можно выделить по типу питания три группы организмов:



**Продуценты** — это автотрофы, которые из неорганических соединений за счет энергии света синтезируют (продуцируют) органические вещества, являющиеся пищей для всех других организмов. К продуцентам относятся все растительные организмы (водоросли, мхи, папоротники, голосеменные и покрытосеменные), а также хемоавтотрофы. Продуценты потребляют около 1% падающей на Землю солнечной энергии и превращают ее в энергию органических соединений.

**Консументы** (от греческого консуме - потребляю) - это животные гетеротрофы, потребляющие готовые органические вещества, которые синтезировали продуценты. Консументы I порядка могут использовать органические вещества растений, т.е. продуцентами питаются травоядные животные (грызуны, зайцы, овцы и т.д.), а также паразиты на растениях - грибы и другие растения. Их, в свою очередь, поедают консументы II порядка, которыми могут питаться консументы III порядка (плотоядные животные - лисы, волки, медведи, коршуны и т. д.). Все они используют энергию химических связей, запасенную в органических веществах продуцентами.

**Редуценты** - гетеротрофные организмы (бактерии, грибы, дождевые черви, насекомые и т. д.), разрушающие и минерализующие мертвые органические остатки. Главная их экологическая роль состоит в превращении органических веществ в неорганические.

В любом биогеоценозе очень скоро иссякли бы все запасы неорганических соединений, если бы они не возобновлялись в процессе жизнедеятельности организмов. В результате дыхания всех организмов, разложения трупов животных и растительных остатков (которое осуществляется редуцентами) органические вещества превращаются в неорганические соединения, которые снова возвращаются в атмосферу и почву и снова могут быть использованы автотрофами.

Но для переработки трупов редуцентам нужно время, поэтому в экосистеме всегда есть детрит - запас мертвого органического вещества. Детрит — это опад листьев на поверхности лесной почвы (сохраняется 2-3 года), ствол упавшего дерева (5-10 лет), гумус почвы (сохраняется сотни лет), отложения органического вещества на дне озера (сапрпель) и торф на болоте (сохраняется тысячи лет). Наиболее долго сохраняющимися детритами являются каменный уголь и нефть.

Соотношения между продуцентами, консументами и редуцентами, а также соотношения консументов разных порядков образуют экологическую структуру сообщества. Благодаря взаимодействию между этими организмами возникает главное свойство экосистемы - способность к саморегулированию.

Все три компонента тесно связаны в экологических системах. Организмы разных трофических групп (т. е. с разными способами питания) участвуют в процессе передачи пищи и энергии (рис. 3), т. е. образуют пищевые цепи.

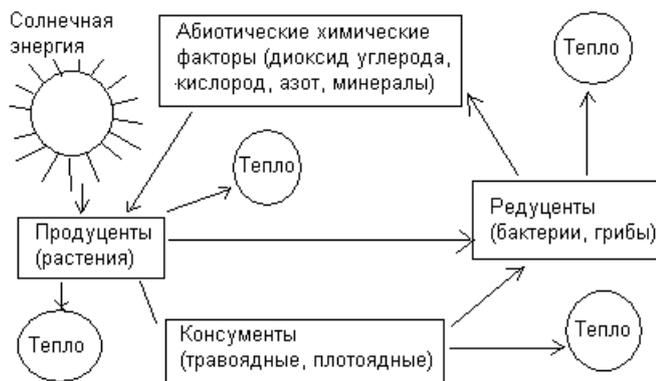


Рис. 3. Общая схема пищевой цепи

Продуценты составляют начало всех пищевых цепей. Консументы, поедая продуцентов, передают органические вещества от одного звена пищевой цепи к другому и соответственно делятся на несколько групп по порядку нахождения в цепи. Редуценты как бы заканчивают круговорот веществ, завершают пищевые цепи, образуя неорганические вещества для вступления в новый цикл.

Однако в реальных условиях в экосистемах различные цепи питания перекрещиваются между собой, образуя разветвленные сети.

В биоценозах различают два типа пищевых цепей: пастбищную (выедания) - рис. 4 и детритную (разложения) - рис. 5.

*Например:* листьями деревьев питаются гусеницы, ими - птицы, последними - более крупные птицы-хищники. Это будет цепь выедания. Но наряду с цепями передачи энергии через живое органическое вещество (продуцент - консумент) существуют детритные пищевые цепи, где используется мертвое органическое вещество. Так, при разрушении листового опада работает целый конвейер, в котором участвуют животные, грибы, микроорганизмы, дождевые черви, почвенные микроорганизмы.

Детритом — мертвым органическим веществом - питаются жук-мертвоед, перловица, мотыль, дафния (в водоеме).

На суше цепь питания обычно состоит из 3-4 звеньев. В водной среде цепь длиннее. При каждом переносе энергии от одного звена к другому большая ее часть (80-90%) рассеивается в виде тепла, поэтому число звеньев в цепи не превышает 4-5. Почти все животные (за исключением редких, специализированных видов) используют разнообразные источники пищи. Поэтому при выпадении одного звена в цепи не происходит нарушения в системе. Соединение многих трофических цепей образует пищевую сеть экосистемы (рис. 6), а значительные изменения в любом из ее звеньев неизбежно отразятся на состоянии экосистемы в целом. Чем больше видовое разнообразие и богаче пищевые сети, тем устойчивее биоценоз.

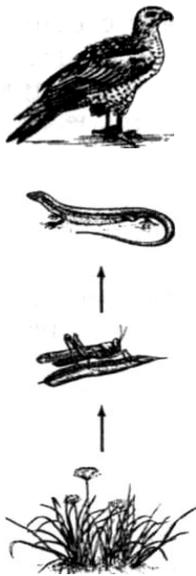


Рис. 4. Пастбищная цепь выедания

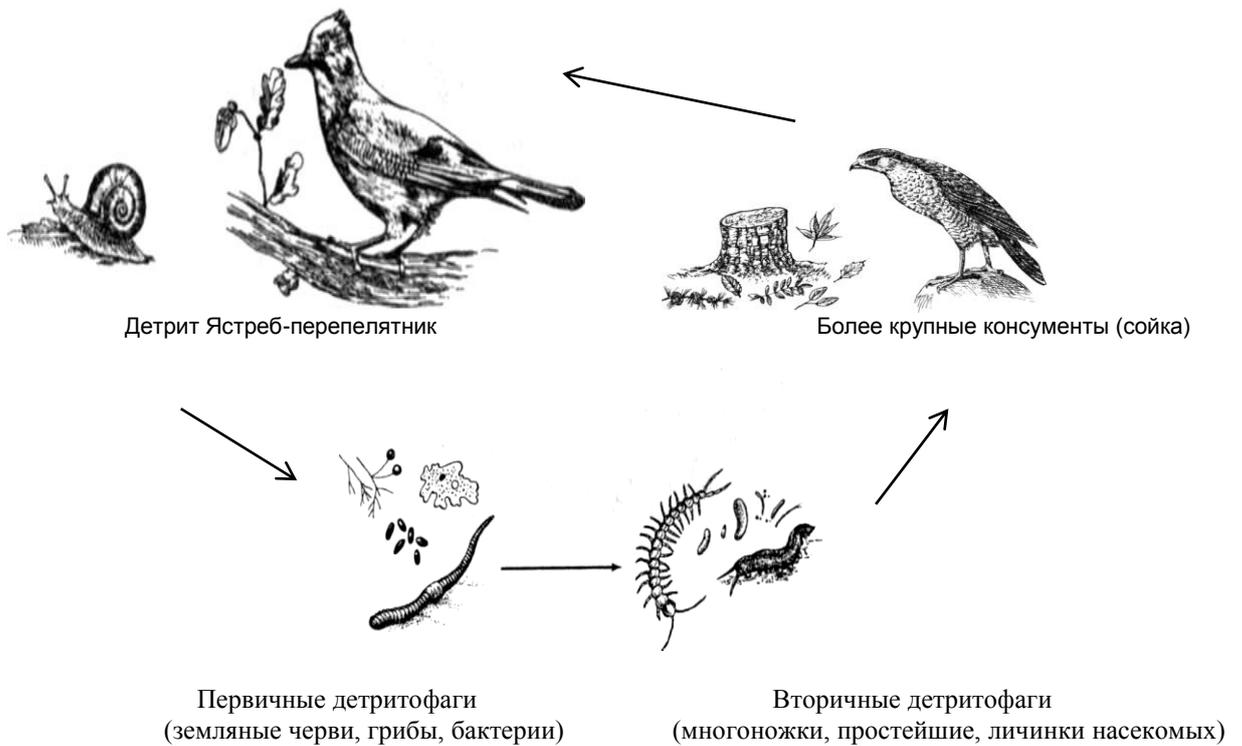


Рис. 5. Детритная цепь разложения

Расположение звеньев пищевой цепи в определенной последовательности носит название экологической пирамиды. Например, на одном гектаре луга обитает несколько миллионов растений, около миллиона растительноядных насекомых, несколько сотен тысяч хищных насекомых, пауков и не более десятка птиц. Таким образом, образуется пирамида (табл. 3), основание которой в миллион раз шире, чем вершина.

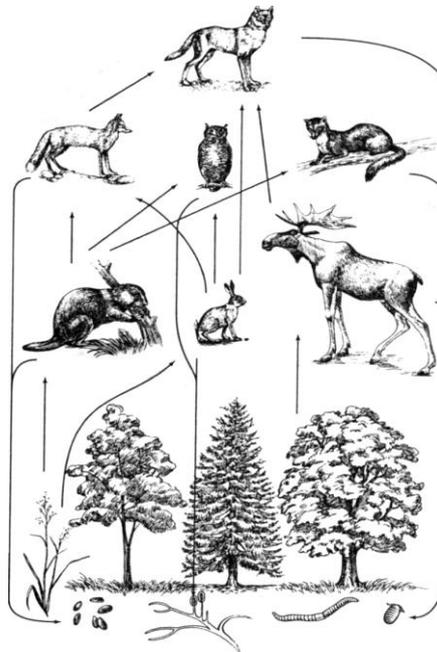


Рис. 6. Пищевая сеть

Таблица 3

Упрощенная схема экологической пирамиды (1) и пирамиды чисел (2)

	1 птица
Консументы III	3 змеи
Консументы II	4 лягушки
Консументы I	5 кузнечиков
Продуценты	12 травинок
1	2

**3. Типы экосистем.** Различают автотрофные и гетеротрофные экосистемы. В автотрофных преобладают растения, они запасают энергию. Гетеротрофные используют готовую энергию.

Кроме того, существуют естественные (природные) и искусственные (антропогенные) экосистемы. Влияние человека на естественную экосистему незначительно, а искусственную он создает сам. Естественные автотрофные экосистемы - лес, луг, водоем.

*Искусственные автотрофные системы* - это сельскохозяйственные поля, т. е. агроэкосистемы, или хемоавтотрофные - это системы в некоторых биологических очистных сооружениях.

*Естественные гетеротрофные* - это экосистемы океанических глубин (животные и микроорганизмы существуют в них за счет «питательного дождя»), а также высокогорные.

*Искусственные гетеротрофные экосистемы* очень разнообразны:

1) города и промышленные предприятия (энергия поступает по линиям электропередач, нефте- и газопроводам; в цистернах автомашин и железнодорожных вагонах сырье и продукты питания поступают в город);

2) биологические очистные сооружения (получение биогаза);

3) фабрики по разведению дождевых червей;

4) плантации шампиньонов;

5) рыбозаводные пруды (остатки пищи горожан превращаются в биомассу);

б) фермы по производству устриц, морских гребешков, рыб; по выращиванию жемчужных раковин, морской капусты - водоросли ламинарии;

7) в США - «Биосфера-2» площадью 1 га;

8) экосистемы космических аппаратов.

Живые организмы в процессе жизнедеятельности изменяют среду обитания, одни виды постепенно вытесняют другие, т. е. экосистемы эволюционируют во времени.

*Последовательная смена во времени одних экосистем другими на определенном участке земной поверхности называется **сукцессией**. Она бывает обусловлена внутренними и внешними факторами.*

Сукцессии, происходящие под влиянием внутренних факторов.

1. Заращение скал: поверхность горной породы разрушается, сначала поселяются лишайники, бактерии, грибы, затем травы, кустарники и деревья, животные. Характерный пример: деревья (березки) поселяются на старых каменных зданиях, водонапорных башнях, разрушенных замках и т. д.

2. Заращение озера: происходит отмирание остатков растений и животных, которые оседают на дне, озеро мелеет, растения с берегов распространяются к центру, и озеро превращается в низинное болото.

3. Заращение обочин дорог, железнодорожного полотна, восстановление леса после вырубки, пожара; заращение земель вокруг строительных площадок и отвалов пустой породы около горных карьеров (Урал, Кузбасс).

Пионерное сообщество формируется в местах, ранее по каким-либо причинам лишенных жизни. Оно характеризуется бедностью видового состава, простыми пищевыми взаимоотношениями. Пионерное сообщество представлено пионерными видами, некоторые из них (растения) способны фиксировать азот атмосферы, таким образом накапливая первичную биомассу.

Вначале селятся однолетние травы, затем многолетние, кустарники и деревья. Иногда таким землям помогает человек, он проводит рекультивацию, т.е. завозит дерн или семена луговых трав и сено.

Сукцессии, происходящие под влиянием внешних факторов.

Факторы, вызывающие сукцессию, связаны чаще всего с деятельностью человека:

а) выпас скота - луговые травы меняют видовой состав, рыхлокустовые заменяются плотнокустовыми.

б) в лесах, где люди отдыхают, вытаптываются высокие травы, остаются только устойчивые: мятлик, подорожник, птичья гречиха; ухудшаются условия для всходов, повреждается корневая система, из-за уплотнения почвы засыхает лес;

в) в озерах, если туда попадают минеральные удобрения, исчезают водные растения, растущие в чистой воде, водоем заполняет ряска, начинают размножаться сине-зеленые водоросли, вода зацветает, исчезает большинство видов рыб, остаются ротаны.

Таким образом, экосистема - совокупность организмов и условий среды, в которой они обитают. Экосистемы, различающиеся по типам, всегда

состоят из одних и тех же трех обязательных компонентов: продуцентов, консументов, редуцентов. Для биогеоценозов характерны определенные свойства: целостность, устойчивость, самовоспроизведение и саморегуляция. Под влиянием внутренних или внешних факторов может происходить смена биоценозов - экологическая сукцессия.

**Контрольные вопросы:**

1. По каким показателям сравнивают между собой разные экосистемы?
2. Существует мнение, что в жизни любого вида преобладает жесткая конкуренция и борьба особей друг с другом. Опровергните или подтвердите его.
3. Что такое биогеоценозы, каковы его показатели?
4. Можно ли считать сообществом все популяции птиц, населяющих лесной массив?
5. Приведите примеры цепей питания, начинающихся с мертвых растительных остатков, с наземных растений и заканчивающихся человеком.
6. Что такое «экологическая сукцессия»?
7. Могут ли в настоящее время сохраниться биоценозы, не подверженные никаким антропогенным воздействиям?
8. Можно ли полностью отказаться от химических мер борьбы с вредителями и перейти на биометод?
9. Каковы основные действия человека, направленные на повышение продуктивности природных и искусственных экосистем?

**Лекция 7. Популяция и ее основные характеристики.  
Учение В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере**

1. Популяция и ее структура.
2. Важнейшие демографические характеристики: общая численность, рождаемость, смертность, продолжительность жизни, характер роста
3. Общие сведения о биосфере.
4. В.И. Вернадский о биосфере.
5. Глобальные проблемы биосферы

1. Общий курс биологии (ботаника, зоология...) дает некоторое представление о большом разнообразии организмов, населяющих нашу планету. Благодаря ученым-систематикам во всем многообразии растительного и животного мира установлен определенный порядок: растения и животные, имеющие общие признаки, объединены в родственные группы, называемые видами, родами, семействами, классами, типами и, наконец, царствами - это царства растений, животных, бактерий, простейших и грибов.

Число представителей одних видов (например, насекомых, бактерий) во много раз, даже на порядки величин отличается от численности других видов (например, хищных млекопитающих или растений), среди которых

встречаются виды, насчитывающие единичные особи, так называемые реликтовые виды).

Но в основном живые организмы существуют не в единственном числе, а группами, занимая определенную территорию. Каждый вид занимает какое-то пространство, которое называется ареалом распространения вида. Разные части ареала отличаются друг от друга по условиям существования. Например, лисица обыкновенная обитает на огромных пространствах Евразии и Северной Америки. Условия обитания лисицы в зоне тундры и пустынях или полупустынях будут различными. Кроме того, группировки особей, обитающих в тундре и полупустынях, оказываются полностью изолированными и никогда не скрещиваются между собой.

Такие группы особей одного вида с общим генофондом, общей морфологией и единым жизненным циклом называют популяцией.

Белки могут заселять леса различного типа: елово-пихтовые насаждения, дубравы и сосновые боры. В этом случае можно говорить о трех экологических популяциях белки: елово-пихтовой, дубравной, сосновой.

Все особи карася, обитающего в одном озере, все березы или все ели в смешанном лесу образуют популяцию. В первобытном обществе все особи человека (*Homo sapiens*) образовывали племя. Понятие «племя» встречается и в более поздних социальных общностях человека. Например, племена индейцев, несмотря на большое внешнее сходство, имели разные поведенческие установки. В некоторых из них существовал запрет на браки между членами разных племен. Жившие в Древней Руси племена русичей, вятичей, смолян, древлян различались между собой не только тем, что проживали на разных территориях, но и всем укладом жизни. Такие обособленные группы человека можно назвать популяцией.

Академик С.С. Шварц и его последователи считают, что в природе границы популяции и ее размеры определяются не столько свойствами территории, заселенной данным видом растений или животных, сколько свойствами самой популяции.

2. Основными характеристиками популяции являются, во-первых, генетическое единство популяции, а во-вторых, фенотипическая общность особей.

Кроме того, для каждой популяции характерны своя пространственная, половая и возрастная структуры, динамика численности и другие демографические показатели, на которых следует остановиться более подробно.

*Пространственная структура популяций.* Рациональное использование ресурсов среды популяций достигается упорядоченным размещением особей на занимаемом участке.

Большинство популяций имеет постоянную территорию и временные поселения. Постоянную территорию называют ядром популяции, а временные поселения занимают микропопуляции, которые образуются при возрастании численности популяции в годы, наиболее благоприятные для размножения.

Например, хлопковая моль на полях хлопчатника - это ядро популяции, а на соседних посевах кенафа, канатника, диких мальвовых растениях - временные поселения моли.

В понятие пространственной структуры входит и так называемая социальная организация. Для нее свойствен определенный стереотип поведения, она регламентирует использование пространства и пищи.

Различают два типа социальной организации популяций: одиночную (семейную) и групповую.

При одиночной (семейной) организации территория принадлежит одной семье (самец, самка и их потомство). Члены семейства могут метить и строго охранять границы этой территории. Такой образ жизни характерен для сидячих водных форм (некоторые иглокожие, а также раки-отшельники, крабы-норники, осьминоги), некоторых бабочек, хищных рыб, одиноких роющих ос, многих грызунов и млекопитающих. У многих животных индивидуальные участки сохраняются в течение всех сезонов и на протяжении всей жизни (сидячие формы, дятлы, ночные пернатые хищники).

Для других животных и растений характерно групповое использование пространства. Такие животные образуют стада, стаи или колонии. Часто таким образом обеспечиваются более благоприятные условия микроклимата: повышенная температура сохраняется в муравейниках и поселениях пчел, пингвины образуют «черепашу» во время буранов и т.д. Все особи в группе сообща выступают в борьбе с врагом и вырабатывают специальную систему сигналов (свист сусликов, постукивание лап зайцеобразных, тревожные крики птиц), которыми оповещают об опасности всех членов поселения (колонии).

Колониями являются и гнездовья птиц с тесно расположенными гнездами (например, пеликаны, бакланы, чайки, пингвины). В таких поселениях обеспечивается не только защита от врагов и микроклимат, но часто и выкармливание потомства (как у морских котиков). У некоторых колониальных организмов в процессе эволюции сформировалась специализация отдельных особей, которую можно наблюдать у пчел (рабочие, самки, трутни), муравьев (рабочие, сторожа, няньки) и т. д. Стаями живут многие насекомые (саранча), рыбы (сельдеобразные, тресковые образуют косяки), млекопитающие (копытные, ластоногие). На период размножения стада или стаи могут распадаться на более мелкие группы - кланы и прайды.

*Половая и возрастная структура популяций.* Популяции большинства видов состоят из особей мужского и женского пола, если это не однодомные растения или партеногенетические животные.

Особям мужского и женского пола свойственны отличия в протекании биохимических и физиологических процессов, и поэтому они по-разному осваивают среду и ее ресурсы, на них в разной степени влияют одни и те же факторы среды. Различна роль самцов и самок в обеспечении выживаемости молодняка. На примере млекопитающих можно утверждать, что половая структура популяции изменяется в результате следующих процессов:

1) неравномерного отмирания самцов и самок, разной продолжительности их жизни;

2) неравномерного распределения полов уже при рождении (так, у человека, по статистике, на 100 девочек рождается 107 мальчиков, это соотношение выравнивается как 1:1 к двадцатилетнему возрасту).

Возрастная структура популяции зависит от интенсивности размножения, которая различна у разных видов. Так, слоны достигают половой зрелости в 15-16 лет, у них рождается один детеныш в 2-3 года, но каждая слониха размножается на протяжении нескольких десятков лет. Для сравнения: принадлежащая к этому же подклассу мыш-полевка становится половозрелой через два месяца после рождения и в течение года дает несколько пометов, период ее размножения - максимум два года.

Представитель костистых рыб трехиглая колюшка откладывает лишь несколько десятков икринок, а принадлежащая к этому же надотряду луна-рыба - до 300 миллионов икринок. Виды лососевых рыб размножаются также неодинаково: горбуша - один раз в жизни, а форель - много раз. Легко представить, насколько разной будет структура перечисленных популяций, т. е. число молодых, зрелых и старых особей у этих видов.

Таким образом, у каждого вида организмов, образующих популяцию, свой темп полового размножения, число семян или детенышей в потомстве, своя скорость отмирания популяции и средняя продолжительность жизни. Эти характеристики называются демографическими показателями популяции. К ним относятся также общая численность, плотность расселения и скорость роста популяций.

Для ученых-экологов и рачительных хозяйственников важно *практическое значение* этих характеристик.

Во-первых, при заготовке древесины (уничтожении одной из популяций экосистемы) необходимо знать скорость восстановления леса, чтобы планировать, где, сколько и что можно вырубать.

Во-вторых, в охотоведческих хозяйствах необходимо иметь все сведения о популяциях пушных зверей: численность, скорость роста, интенсивность размножения, т. е. скорость возобновления популяции, для того чтобы спланировать отстрел. Так, установлено, что в популяции кабанов можно отстреливать 30% особей, тогда как в популяции лосей - только 15%, поскольку скорость восстановления популяции кабанов выше.

Эти показатели необходимо учитывать и при добыче некоторых морских животных - котиков, тюленей и т. д.

В-третьих, для медиков очень важно изучение популяций животных, являющихся возбудителями или переносчиками опасных заболеваний, для того чтобы предотвратить эпидемии, эпизоотии.

Популяция растет, стареет, поддерживает сама себя, ей присущ и определенный жизненный цикл. Каждая популяция имеет особые характеристики, присущие только ей и не применимые к отдельным организмам.

Рассмотрим некоторые из них. Наилучшим образом популяцию как группу организмов характеризует обилие - определенное число особей на данной площади. Мерой обилия особей какой-либо популяции может быть общая

численность популяции или ее общая биомасса, что более применимо к растительным организмам.

Однако измерить общую численность некоторых популяций на практике бывает довольно трудно: например, численность зайцев на какой-то территории или рыб в водоеме. Применяют метод кольцевания птиц или мечения животных, чтобы проследить за миграциями этих организмов. Для того чтобы иметь приблизительное представление о количестве животных или растений данной группы, ввели такое понятие, как плотность популяции.

**Плотность популяции** - это число особей (или биомасса), приходящееся на единицу площади или объема жизненного пространства. Так, например, можно подсчитать число деревьев, растущих на 1 га леса. В водоеме довольно точно можно подсчитать количество клеток одноклеточных водорослей в единице объема (под микроскопом, в камере Горяева) и сделать пересчет их количества на любой объем, в том числе на весь водоем. Зная плотность популяции в тот или иной момент времени, можно судить о росте, размножении, старении популяции.

**Рождаемость и смертность.** Рождаемость — это — это способность популяции к увеличению численности за счет размножения особей. Показатель рождаемости — число новых особей (яиц, семян), родившихся в популяции за определенный промежуток времени.

Нужно различать максимальную (или абсолютную, физиологическую) и экологическую рождаемость.

Максимальная рождаемость — теоретическое число особей, которое может появиться на свет, если отсутствуют внешние факторы, сдерживающие процесс размножения. Выражаясь экологическим языком, можно сказать, что отсутствуют ограничивающие факторы по размножению. Максимальная рождаемость — это плодовитость самок.

Экологическая рождаемость в естественных условиях — это скорость возрастания численности популяции при сложившихся условиях жизни.

Для тех видов, которые мало или вообще не заботятся о потомстве, а функция родителей сводится только к производству на свет новых особей, характерна высокая максимальная и низкая экологическая рождаемость. Так, например, взрослая самка трески выметывает миллион икринок (максимальная рождаемость), из которых до взрослого состояния в среднем доживают лишь две особи (экологическая рождаемость).

Смертность — это показатель состояния популяции, противоположный рождаемости. Понятно, что в группе особей, образующих популяцию, происходит не только рождение, но и отмирание старых особей. Для того чтобы популяция не исчезла совсем и не возростала неограниченно, необходимо определенное равновесие процессов рождаемости и смертности. Организмы умирают, даже когда условия жизни вполне благоприятны, а влияние внешних факторов не изменяется в худшую сторону. В этих случаях смертность минимальная.

Таким образом, возрастание смертности — это сигнальный показатель на неблагоприятное изменение внешних воздействий (ухудшение условий среды).

Каждый организм характеризуется своей индивидуальной продолжительностью жизни (табл. 4).

Таблица 4

Средняя продолжительность жизни некоторых видов растений и животных

Виды организмов	Продолжительность жизни	Виды организмов	Продолжительность жизни
Мхи	10 лет	Комары взрослые	3—4 недели
Барбарис, жасмин	50 лет	Личинки стрекоз	около 1 года
		Мухи взрослые	19-112 дней
Розы	50—400 лет	Омары	до 50 лет
Клен обыкновенный	500 лет	Жабы	до 50 лет
Ели и сосны	1000—1200 лет	Крокодилы	более 40 лет
Ливанский кедр, тис, кипарисы	2500—6000 лет	Ласточки	60 лет
Майские жуки:		Гуси	9 лет
взрослые	1 месяц	Вороны	60-80 лет
личинки	3—5 лет	Гориллы	70—120 лет
		Слоны	50-100 лет

Кривые выживания, характерные для муфлона или чибиса напоминают кривую II. Известно, что масса птенцов чибиса гибнет, еще находясь в гнезде.

У чибиса это связано с тем, что он гнездится на лугах и полях, где гнезда разоряют вороны, и птенцы гибнут во время сельскохозяйственных работ. Взрослые птицы погибают значительно реже, а в старом возрасте вероятность смерти вновь возрастает. Сходные предположения можно сделать и в отношении муфлона. На самом деле этот тип кривой выживания — самый распространенный в природе. Даже у слона и человека эти кривые в действительности имеют небольшой, быстро убывающий участок в левой части графика, который соответствует повышенной смертности особей самых ранних возрастов.

**Динамика популяций.** В процессе жизни внутри каждой популяции происходят изменения, связанные с рождением новых, старением взрослых, отмиранием старых особей, т. е. в ходе эволюции популяции живых организмов обретают новые свойства.

Некоторые приобретают способность существовать в суровых, но стабильных условиях: в пустынях (популяции саксаула, тамариска), в полупустынях, в зоне тундры (некоторые виды мхов, карликовые деревья). Такие популяции не приспособлены к резко меняющимся условиям и факторам среды, особенно антропогенного характера, они очень чувствительны к возрастающим воздействиям человека, легкоуязвимы и трудно поддаются восстановлению.

Случайные разливы нефти или накопление других токсических веществ в прибрежной тундровой зоне северных морей могут нанести таким популяциям непоправимый вред и привести к их уничтожению.

Другие организмы, в основном жители умеренных зон, особенно популяции животных (большинство насекомых) и однолетних растений (некоторые травы), способны выдерживать значительные нарушения условий жизни. Их численность может колебаться в очень широких пределах.

Максимальная численность в благоприятные годы и минимальная в неблагоприятные может различаться в десятки, сотни и даже тысячи раз.

**Рост популяций.** Характер увеличения численности популяции может быть различным. Выделяют два типа роста популяций. Их различия видны на рис. 7, отображающем возрастание популяции во временном интервале. Кривые имеют J- и S-образный вид.

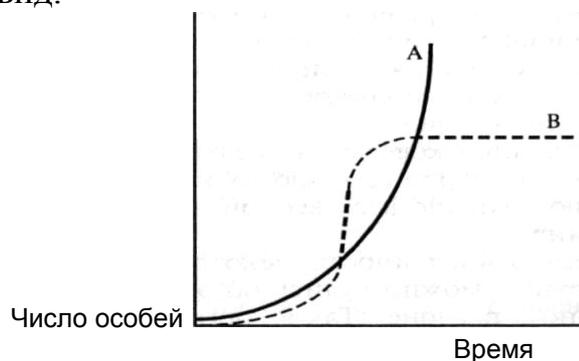


Рис. 7. Типы роста популяций

Параболообразной (J-образной) кривой А (первый тип) описывается темп роста популяции, когда ее плотность увеличивается с возрастающей скоростью до тех пор, пока не начнет действовать фактор, ограничивающий рост (например, будут полностью использованы ресурсы питания или воздуха в замкнутом водоеме и т. п.).

Кривая В (S-образная) описывает события, когда рост популяции вначале увеличивается медленно, затем стремительно растет, но под влиянием сопротивления среды постепенно замедляется, и наступает равновесие, или стационарное состояние, когда число особей не увеличивается.

Второй тип кривой (кривая В) типичен для роста бактерий и водорослей.

Первый участок S-образной кривой называется фазой замедленного роста (лагфазой), которая заменяется фазой активного роста — (логарифмической фазой), и, наконец, число бактерий в единице объема культуральной жидкости больше не увеличивается — кривая выходит на «плато». Ход и растянутость этой кривой по времени для каждого вида бактерий свои, и они служат важнейшей характеристикой чистой культуры бактерий и водорослей любого вида.

**Колебания численности популяций.** Популяция завершила свой рост, и теперь ее численность слабо отклоняется от некоторой более или менее постоянной величины. Эти небольшие колебания численности связаны с сезонными или годовыми изменениями температуры, влажности, количества пищи.

Примеры сезонных колебаний численности популяций: летние полчища комаров (осенью их нет), цветы-первоцветы зацветают раньше всех весной и в начале лета, к осени они отмирают.

По изменению численности некоторых видов растений или животных можно судить об экологической ситуации в данном регионе. Такие организмы

называют биоиндикаторами, а процесс наблюдения за ними – биологическим мониторингом.

Примером циклических колебаний численности могут служить циклы трех- и четырехлетней периодичности северных мышевидных грызунов (мышей, полевок, леммингов) и хищников (полярной совы, песцов).

Известны случаи взрывного возрастания численности леммингов в Европе, когда плотность их достигала такой величины, что они вынуждены были мигрировать; их полчища двигались в сторону моря, достигнув которого многие из них гибли. Это пример J-образного возрастания численности популяции, а море в данном случае ограничивающий фактор.

Еще одним примером колебания численности могут служить сведения о нашествиях саранчи на посевы. В норме саранча живет в привычных для нее местах обитания. Но бывают годы, когда плотность популяций саранчи достигает чудовищных размеров. Из-за большой скученности идет возрастание численности особей, у которых развились более длинные крылья, позволяющие перелетать в соседние земледельческие районы и там тоже уничтожать все посевы.

Здесь мы имеем пример возрастания численности также по J-образному (параболическому) типу, и каждый такой случай сопровождается миграцией, т.е. переселением в другие места обитания (саранча, например, перелетает на 1200 км и более из Африки в Англию).

Пики численности насекомых - бабочек сосновой пяденицы и листовичной листовертки, которые повторяются через 4-10 лет, сопровождаются колебаниями численности птиц, питающихся этими насекомыми, и соответствующей динамикой биомассы деревьев. Деревья с наибольшей биомассой, более чувствительные к насекомым, подвергаются их нашествию и в значительной степени уничтожаются. Отмершие остатки древесины разлагаются и обогащают почву питательными веществами, поэтому начинают развиваться молодые деревья, которые менее чувствительны к насекомым. Кроме того, росту молодых деревьев способствует увеличение освещенности из-за гибели больших деревьев с пушистой кроной. В это же время численность насекомых уменьшается за счет уничтожения их птицами, подрастают молодые деревья (на самом деле процесс длится несколько лет), крона их максимальна, - и все начинается сначала. Таким образом, насекомые-листовертки как бы омолаживают экосистему хвойного леса.

Но в ряде случаев причины, вызывающие колебания численности популяций, заключаются в них самих. Так, в условиях перенаселения у некоторых млекопитающих происходят резкие изменения физиологического состояния, которые затрагивают нейроэндокринную систему. Это отражается на поведении животных, изменяется их устойчивость к стрессам, заболеваниям разного рода, возрастает смертность. Например, зайцы-беляки часто погибают от «шоковой болезни» в периоды пиков численности.

Такие механизмы, как внутренние регуляторы численности, настроены на некоторые пороговые значения. Но нужно помнить, что регуляторные механизмы — это не только экстренные стабилизаторы численности

популяций. Сезонные колебания численности иногда обеспечиваются действием этих же механизмов.

Таким образом, видовые популяции — основные функциональные единицы живой природы.

Процессы изменения популяций во времени, называемые популяционной динамикой, — результат действия множества факторов окружающей среды, а также внутренних механизмов популяционной регуляции.

3. Самой большой экосистемой является **биосфера Земли** - оболочка планеты, заселенная живыми организмами. Сведения о толщине биосферы различны. Но одно сравнение верно, что биосфера по сравнению с диаметром Земли подобна кожице на большом яблоке.

Над поверхностью моря (или суши) живые организмы распространены примерно на высоте до 6 км, в толщу суши они опускаются на 15 км и на 11 км в глубь океана; следовательно, общая толщина биосферы составляет около 20 км (рис. 8).

Биосфера включает литосферу, в том числе почву, гидросферу (реки, озера, моря, океаны) и тропосферу (нижняя часть атмосферы). Но жизнь в этих слоях биосферы распределена неравномерно; основная масса живого вещества сосредоточена в поверхностном слое суши (50-100 м) - это высота лесного полога, а в океане - поверхностные слои воды (10-20 м). В этих слоях сконцентрировано больше 90% биомассы растений и животных.

Вся совокупность живых организмов планеты составляет биомассу Земли. Она равна  $2423 \times 10^9$  т сухой массы, из которой 97% составляют растения, а 3% - животные и микроорганизмы. Плотность жизни неодинакова в различных средах и на поверхности Земли. Хотя 71% всей поверхности земного шара покрыт водой, основная биомасса сосредоточена на суше - 99,8%.

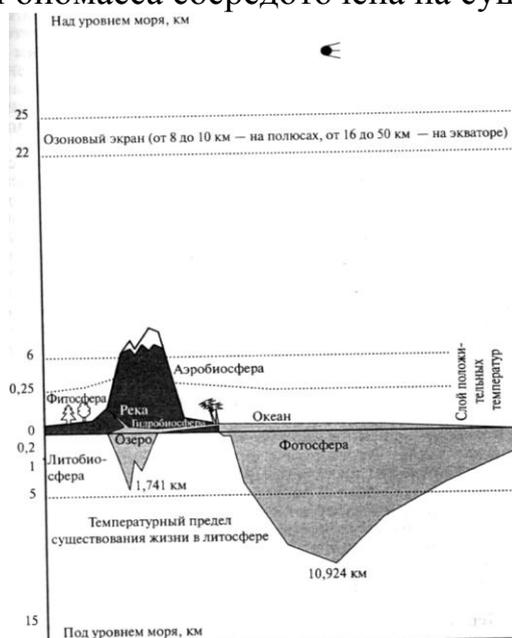


Рис. 8. Границы биосферы

Биосфера - многокомпонентная система, состоящая из отдельных структур. Эта система считается открытой, так как получает энергию Солнца извне. Структурным звеном биосферы являются биогеоценозы.

**4. Учение о биосфере как особой оболочке** Земли создал русский ученый В.И. Вернадский. В.И. Вернадский еще в молодости заинтересовался вопросом о влиянии организмов живой природы на ее мертвую, или, как он называл позднее, «косную» материю. Свою статью по почвоведению, написанную им в 1884 году в бытность студентом и участником почвенных экспедиций В.В. Докучаева, он посвятил описанию влияния сурков, сусликов и других землероющих животных на мощность, строение и состав почвенного покрова.

До середины 30-х годов В.И. Вернадский считал все компоненты биосферы, в частности количество живого вещества в ней, постоянными на протяжении всей геологической истории Земли. Деятельность человека он рассматривал как чуждую биосфере, наложенную на нее извне. Однако с середины 30-х годов В.И. Вернадский пересмотрел эту точку зрения, признал качественную и количественную эволюцию биосферы и стал намечать основные этапы такой эволюции. С этого времени он и вмешательство человека в дела природы стал рассматривать как исторически обусловленный, качественно новый этап развития биосферы. При этом он был уверен, что расхищение природных ресурсов, характерное для ранних стадий развития капиталистического общества, явление временное, связанное с недостатком знаний и низким культурным уровнем населения. В.И. Вернадский считал, что при разумном отношении к антропогенному преобразованию природной среды суммарные ресурсы биосферы могут возрасти быстрее, чем возрастает численность человечества, и что такая разумно преобразованная биосфера сможет удовлетворить материальные и духовные потребности человечества.

Термин «ноосфера» не принадлежит В.И. Вернадскому (его предложил французский математик и философ Э. Леруа в 1927 году, после того как им был прослушан курс лекций В.И. Вернадского по геохимии в Сорбонне). Ноос - древнегреческое название человеческого разума. Следовательно, ноосфера – это сфера человеческого разума. В дальнейшем употребление термина «ноосфера» связано с именем В.И. Вернадского.

Все вещество В.И. Вернадский поделил на группы: живое вещество – все живые организмы, населяющие нашу планету; косное вещество - неживые тела, образованные без участия живых организмов; биогенное вещество - тела, образованные при участии живых организмов; биокосное вещество - особое природное тело - почва.

Функции живого вещества:

1. Газовая - поглощает и выделяет газы в процессе дыхания и фотосинтеза.  
2. Окислительно-восстановительная - выражается в химических превращениях веществ в процессе жизнедеятельности организмов. В процессе синтеза органических веществ преобладают восстановительные реакции и происходят затраты энергии. В процессе расщепления преобладают окислительные реакции и выделяется энергия.

3. Концентрационная - это биогенная миграция атомов, которые сначала концентрируются в живых организмах, а затем, после их отмирания, переходят вновь в неживую природу. Следствием является накопление полезных ископаемых в определенных местах земной коры (известняк, торф, каменный уголь, нефть).

4. Геохимическая - создает и поддерживает компоненты биосферы. В.И. Вернадский доказал, что за 4 млрд. лет существования на планете Земля живые организмы вызвали огромные преобразования, полностью изменив облик нашей планеты: сделали ее зеленой, создали огромные запасы топлива — нефти, каменного угля, торфа; в морях образовали коралловые рифы и целые острова; создали голубую пелену нашей планеты, т.е. слой воздуха, в котором велика доля кислорода.

Под влиянием и при участии жизнедеятельности организмов в биосфере происходит круговорот воды, кислорода, углерода, азота и других веществ. Такой обмен элементами различных слоев биосферы обеспечивает возможность жизни в ней живых существ.

Живые организмы способны накапливать многие элементы и сложные вещества, повышая их концентрацию в тысячи раз.

Если вмешательство человека в биосферу незначительно, то сохраняется природное равновесие экосистем. Однако усиливающееся влияние человека на природу (вырубка лесов, которые выделяют кислород и испаряют много воды, сжигание большого количества топлива, содержащего углерод, уменьшение испарения с поверхности океана из-за пленки нефти, которая покрывает все большие площади океана, и т. д.) приводит к нарушению равновесия и глобальному ухудшению состояния биосферы.

#### 5. Глобальные проблемы биосферы.

Первая проблема - угроза парникового эффекта, о котором мы уже говорили.

Вторая проблема - разрушение озонового слоя, расположенного на высоте 15-50 км от земной поверхности и защищающего живые организмы от губительного действия коротковолновых ультрафиолетовых лучей (УФЛ). Уменьшение озонового слоя на 1% влечет за собой увеличение ультрафиолетового излучения (УФИ) на 1,5%. Полное исчезновение озонового слоя означало бы гибель живых организмов на Земле. Даже его утончение приводит к росту раковых заболеваний, гибели многих организмов, к изменению генетического кода и, как следствие, к увеличению числа мутаций. Кроме этого, утончение озонового слоя приведет к увеличению нагрева Земли, усилению ветров, наступлению пустынь. Озоновый слой разрушается в результате попадания в него летучих хлор- и фторорганических соединений, которые распадаются под действием солнечного света. Каждый атом хлора или фтора, попавший в озоновый слой, может разрушить до 100 000 молекул озона. Источники таких хлор- и фторорганических соединений - различные растворители, фреон холодильников и аэрозольных баллонов. Накопление различных аэрозолей в атмосфере очень вредит озоновому экрану. Поэтому во всем мире идет поиск заменителей этих опасных веществ. Запуски ракет также представляют опасность для целостности озонового слоя.

Третья важнейшая проблема биосферы - это аридизация (или опустынивание) суши. Опустынивание - это процесс крайней деградации земель, ведущий к тому, что они становятся похожими на пустыню. Происходит это в результате снижения уровня грунтовых вод и эрозии (разрушения) почвы.

Вообще опустынивание - это взаимодействие засухи и хозяйственной деятельности человека. Многие государства Древнего мира — Малой Азии, Месопотамии, а также Рим, Греция потеряли свое могущество, а иные (Хорезм, страны Сирии, Северной Африки) и совсем исчезли в результате хищнического отношения к почве. Истощение почв превращает страну в пустыню. Так, земли в районе Оклахомы превратились в «пыльную чашу». Другой пример - описание вида, открывающегося с Великой китайской стены: «Вся долина, бывшая некогда прекрасными фермерскими угодьями, превратилась в пустыню из песка и гравия, то влажную, то сухую, но всегда бесплодную. Ее единственный урожай сейчас - это пыль, подхватываемая сильными зимними ветрами».

Рассмотрим причины опустынивания.

Перевыпас - увеличение поголовья скота, бесконтрольный выпас которого приводит к вытаптыванию пастбищ.

Упрощение экосистем - выжигание кустарников для лучшего роста травы, уничтожение травы животными, не оставляющими ее перегнивать в почве.

Сельское хозяйство - интенсивное земледелие, не оставляющее поля под пар, вынос химических элементов с урожаем.

Заготовка древесины - неплановая вырубка лесов.

Засоление - в результате орошения происходит испарение воды, а соль остается.

Перерасход грунтовых вод - грунтовые воды расходуются быстрее, чем возобновляются.

Четвертая проблема - истощение природных ресурсов. В древние времена человек добывал 19 элементов Периодической системы Д.М. Менделеева, к началу XVIII века - 25, в XIX веке - до 50, а в настоящее время в производство вовлечено около 100 элементов. Количество ежегодно добываемых полезных ископаемых превышает 100 млрд. т, и темпы добычи растут. По разным оценкам, невозобновимые природные ресурсы истощатся через 50-100 лет.

Проблема истощаемости природных ресурсов приобретает все большую актуальность. Это связано с осознанием их ограниченности и со все более увеличивающимся потреблением. Особый интерес представляет скорость использования различных видов топлива (каменный уголь, нефть, газ), поскольку с их использованием связаны проблемы загрязнения атмосферы и соответственно парниковый эффект, кислотные дожди и другие явления.

Биосфера - это эволюционно сложившаяся, находящаяся в равновесном состоянии система. Проблемы биосферы возникли в результате развития особой оболочки Земли - сферы человеческого разума, или, как ее называл В.И. Вернадский, ноосферы. Под ноосферой он понимал современный этап развития биосферы.

Создание ноосферы - это создание новых принципов разумного управления биосферой. В этом процессе человечество должно найти способ устранения экологического кризиса и одновременно - способ сосуществования общества с природой при высоком уровне его технического развития. Человек должен научиться делать прогнозы и предсказывать возможные результаты своего вмешательства в природные процессы.

### **Контрольные вопросы:**

1. По каким показателям сравнивают между собой разные популяции?
2. Приведите примеры видов с простой и сложной возрастной структурой популяций.
3. Какие изменения происходят в популяциях разных видов в ответ на увеличение плотности?
4. Стоит ли разрешать охоту на диких животных? Если да, то можно ли сделать так, чтобы охота не наносила урона популяции этих животных?
5. У всех ли видов можно ожидать взрывов численности популяций при отсутствии врагов?
6. Каковы границы биосферы?
7. Почему биосферу часто называют глобальной экосистемой?
8. Почему жизнь на планете не могла бы существовать, если бы Земля не имела магнитного поля и озонового экрана?
9. В чем проявляется связь биосферы и космоса?
10. Какие из современных антропогенных факторов оказывают наиболее сильное влияние на жизнь гидросферы и атмосферы? В чем проявляется это влияние?

## **Лекция 11. Принципы рационального природопользования**

1. Типы классификации ресурсов.
2. Основы организации рационального природопользования.
3. О пределах устойчивости ресурсов и состоянии ресурсной базы на сегодняшний день.

Обеспечение устойчивого развития общества неразрывно связано с рациональным природопользованием. В настоящее время под природопользованием понимается совокупность всех форм воздействия человека на географическую оболочку Земли. Для более точной качественной и количественной характеристики природопользования Н. Ф. Реймерсом было разработано понятие природоресурсного потенциала, т. е. той части природных ресурсов Земли и ближнего космоса, которая может быть реально вовлечена в хозяйственную деятельность при данных технических и социально-экономических возможностях с условием, что очень важно, сохранения среды жизни человека.

**Классификация ресурсов.** Природными ресурсами Земли служат объекты и условия, используемые в процессе материального производства для удовлетворения различных потребностей общества. Природные ресурсы можно классифицировать следующим образом:

*по их использованию:*

- 1) промышленные,
- 2) сельскохозяйственные,
- 3) рекреационные и т.п.;

*по принадлежности к компоненту природы:*

- 1) космические,
- 2) воздушные,
- 3) водные,
- 4) почвенные,
- 5) биологические,
- 6) геологические;

*по характеру воздействия:*

- 1) исчерпаемые,
- 2) неисчерпаемые,
- 3) возобновимые.

**Исчерпаемые** ресурсы, в свою очередь, делятся на невозобновляемые и возобновляемые. К *невозобновляемым* относятся такие геологические ресурсы, как нефть, каменный уголь и другие, запасы которых не восстанавливаются; к *возобновляемым* относятся почвы, растительность, животный мир.

К **неисчерпаемым**, хотя и достаточно условно, принадлежат *космические* (солнечная радиация, приливы и отливы); *климатические* (тепло, влага, энергия ветра) и *водные* ресурсы. Условность такого определения связана, во первых, с ограниченностью существования Солнечной системы и, во-вторых, с их деградацией и в конечном случае истощением вследствие загрязнения продуктами хозяйственной деятельности человека и непригодности для дальнейшего использования.

При этом в основе природопользовательской деятельности человека очень часто лежит принцип удаленности событий. Так, полагают, что с развитием научно-технического прогресса экологические проблемы будут решаться намного легче, чем сейчас.

**Рациональное** природопользование способствует сохранению природоресурсного потенциала и здоровья человека, экономному использованию природных ресурсов и обеспечению эффективного режима их воспроизводства.

Однако как прошлые, так и современные производственные технологии не дают возможности полного сохранения природоресурсного потенциала, лишь приближаются в отдельных случаях к этому оптимуму. Такое несоответствие на протяжении человеческой истории способствует истощению отдельных видов природных ресурсов Земли в целом, обуславливая развитие экологического кризиса.

Существует три простых правила, позволяющих определить пределы устойчивости потребления ресурсов.

*Правило 1.* Для возобновимых ресурсов темпы потребления не должны превышать темпы восстановления.

*Правило 2.* Темпы потребления невозобновимых ресурсов не должны превышать темпы их замены на возобновимые. Например, при эксплуатации нефтяных месторождений часть выручки должна вкладываться в разработку и производство альтернативных источников энергии, таких, как солнечные батареи, приливно-отливные электростанции и пр.

*Правило 3.* Интенсивность выброса загрязнителей не должна превышать скорости их переработки природной средой.

В настоящее время эти правила не соблюдаются. При этом наблюдаются значительные различия между экологически развитыми и развивающимися странами. Для развитых стран более характерно нарушение третьего правила.

Количество отходов производства настолько возросло в последние десятилетия, что стало угрожать жизнедеятельности человека. В 2000 году количество отходов достигло 100 млрд. т в год. Лидерами по количеству твердых отходов на душу населения являются промышленно развитые страны — США, Россия и Япония. Лидером по душевому показателю бытовых отходов является США -500-600 кг в год мусора.

Значительное количество отходов способствует загрязнению окружающей среды и ее компонентов — атмосферы, гидросферы, почв.

Ежегодно в атмосферу Земли выбрасывается 60 млн. твердых частиц, способствующих формированию парникового эффекта, кислотных осадков, замутнению атмосферы и образованию смога. Качество воздушной среды, с точки зрения здоровья человека, постоянно снижается, что особенно характерно для крупных мегаполисов в развивающихся странах, как, например, Мехико с его 20-миллионным населением.

Общий объем сточных вод достиг к 90-м годам XX века 1800 км<sup>3</sup>, при этом на Европу, Северную Америку и Азию приходится 90% сброса. Большая часть сброшенных вод относится к неочищенным или недостаточно очищенным, вследствие чего более 1,3 млрд. человек пользуются в быту загрязненными водами, что служит источником многих заболеваний. В развивающихся странах в основном не соблюдается первое правило, и поэтому они страдают от истощения возобновляемых ресурсов. Истощение связано главным образом с бурным ростом населения вследствие демографического взрыва и только отчасти с ростом интенсивности производства.

Ежегодно вследствие развития процессов эрозии развивающиеся страны теряют 4—5 млн. га сельскохозяйственных земель. Особенно тяжелое положение складывается в Африке, где сильно деградированы 17% площади всего материка, значительно возросла площадь пустынь. Темпы освоения новых земель и рекультивация нарушенных значительно отстают от темпов деградации.

Развивающиеся страны располагают  $x/2$  всех мировых лесных ресурсов. Бессистемная вырубка леса привела к тому, что если в развитых странах, в том числе в России, площадь лесов стабилизировалась, то в этих странах происходит ежегодное уменьшение их площади на 11 млн. га.

Рациональное природопользование — это такое использование естественных экосистем или их элементов, при котором не происходит разрушения ресурсов и не ухудшаются среда обитания и соответственно здоровье человека. При этом сохраняется биологическое разнообразие экосистем. Ухудшение природных ресурсов, их истощение можно и нужно предотвратить. Основными путями решения этой проблемы являются:

1) повышение безотходности производства;

2) разработка принципиально новых источников и способов получения энергии;

3) решение демографической проблемы в развивающихся странах и др.;

4) разработка ресурсосберегающих технологий.

**Контрольные вопросы:**

1. Поясните, какой смысл вкладывается в понятие природопользование.
2. Прокомментируйте, как можно классифицировать ресурсы Земли.
3. Объясните, что относится к исчерпаемым ресурсам, а какие ресурсы считаются неисчерпаемыми.
4. Проанализируйте, почему природопользование должно быть рациональным.
5. Назовите правила, по которым можно определить пределы устойчивости потребления ресурсов.
6. Приведите примеры антропогенных воздействий на ресурсы атмосферы, водную среду, земельные ресурсы.
7. Прокомментируйте, каковы пути предотвращения истощения природных ресурсов.