

Основы экологии. Экология - наука о закономерностях взаимоотношений организмов со средой. Предмет, методы и задачи экологии. Среда и экологические факторы. Приспособленность организма (вида) к абиотическим и биотическим факторам среды. Комплексное воздействие факторов на организм. Основные климатические факторы (свет, температура, влажность) и их влияние на организм. Ограничивающие факторы. Деятельность человека как экологический фактор. Приспособления растений и животных к сезонному ритму внешних условий. Сезонность в природе. Состояние зимнего покоя. Холодостойкость. Факторы, управляющие сезонным развитием. Явления фотопериодизма у растений и животных. Биологические факторы. Формы взаимодействия между организмами.

Популяция. Факторы, вызывающие изменения численности популяции. Понятие о биогеоценозе. Структура и свойства биогеоценоза.

Примеры биогеоценозов - пресноводный водоем, дубрава. Взаимосвязь популяций в биогеоценозе. Цепи питания. Правила экологической пирамиды. Саморегуляция в биогеоценозе. Смена биогеоценозов. Создание искусственных биогеоценозов в результате целенаправленной хозяйственной деятельности человека. Агроценозы. Повышение продуктивности агроценозов. Охрана биогеоценозов.

Основы учения о биосфере. Биосфера и ее границы. Ноосфера. Живое вещество биосферы, его газовая, концентрационная, окислительная и восстановительная функции. круговорот веществ в биосфере. Биогенная миграция атомов. Роль микроорганизмов. Роль человека в биосфере. Охрана природы и плановое воспроизводство ее богатств.

Общебиологическая наука, изучающая закономерности взаимоотношений организмов друг с другом и с окружающей средой, называется экологией (oikos — жилище, дом, logos — наука – т.е. наука о местообитании). Кроме этого она изучает организацию и функционирование надорганизменных систем: популяций, биоценозов (сообществ), биогеоценозов (экосистем), биосферы.

Этот термин был предложен немецким биологом Э. Геккелем в 1866 г.

Объектом изучения экологии являются экосистема на различных уровнях организации живого, начиная с организменного.

Организм и природа не существуют изолированно друг от друга. Особи одного вида образуют **популяции** – группы, населяющие определенную территорию. Популяции разных видов, занимающие определенный участок (озеро, луг), образуют сообщество. Сообщество в совокупности с неживыми компонентами среды, с которыми они взаимодействуют (солнечный свет, климат, почва, вода и т.д.) составляют **экосистему**.

Экосистема – основная единица изучения экологии, представляющая собой совокупность живых и неживых элементов, между которыми происходит круговорот веществ.

Экология решает следующие задачи:

На популяционно-видовом уровне:	На уровне биогеоценоза:
<ul style="list-style-type: none">• Изучение влияния на организм различных факторов среды;• Динамику численности популяций;• Изменение структуры (состава) популяций.	<ul style="list-style-type: none">• Изучение взаимодействий между популяциями различных видов;• Изучение потока энергии через живые системы;• Изучение потока вещества через живые системы;• Законов развития и смены сообществ.

В экологии выделяют ряд разделов: популяционную экологию, экологию сообществ, экологию водных систем (гидробиология) и др.

Кроме того выделяют:

- Аутэкологию – изучает отдельные организмы и их приспособления к окружающей среде.
- Демэкологию – экология популяций.
- Синэкология – экология сообществ; она исследует группы организмов в их взаимодействии со средой и между собой.

Живые организмы являются открытыми системами для притока вещества, информации и энергии из окружающей среды. Организмы не только испытывают влияние среды, но и сами влияют на нее.

Среда обитания – это комплекс окружающих условий, воздействующих на организм (особи одного вида, популяции других видов, любые неживые объекты, физические и химические процессы и явления).

Любые элементы окружающей среды, способные оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы, называются **экологическими факторами**.

Классификация экологических факторов

- **абиотические факторы** - все факторы неживой природы (физические и химические характеристики Земли; климатические, географические условия; температура, давление и т.п.);
- **биотические факторы** - сумма взаимодействий живых организмов (любые виды симбиотических взаимодействий): зоогенные, фитогенные, микробогенные;
- **антропогенные факторы** - влияние человека на другие виды и на среду обитания. Воздействие человека может быть как на биотические, так и на абиотические факторы.

Все факторы можно разделить на условия и ресурсы.

Ресурсы – это компоненты среды обитания, которые могут потребляться организмом, при этом снижается их доступность для других (пища).

Условия – это факторы, воздействие которых не зависит от их потребления другими организмами (температура).

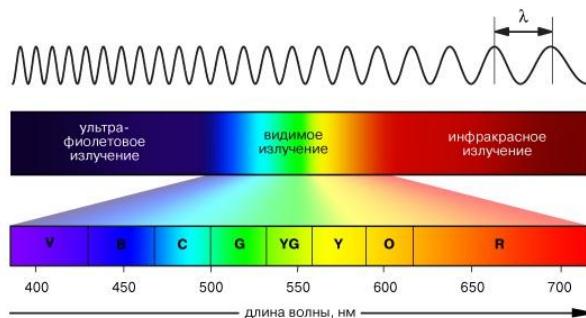
Экологические факторы могут влиять следующим образом на живые организмы: как раздражители, вызывая приспособительные изменения; как ограничители, обуславливающие невозможность существования в данных условиях; как модификаторы, вызывающие изменения организмов; как сигналы, говорящие об изменениях других факторов среды.

АБИОТИЧЕСКИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

1. солнечный свет
2. температура
3. влажность

➤ **СОЛНЕЧНЫЙ СВЕТ** — основной источник энергии, поступающей на Землю.

Солнечное излучение неоднородно по своему составу. В нем различают **инфракрасные** (ИК, длина волны более 0,75 мкм), **видимые** (ВС, менее 0,75 мкм: «Каждый Охотник Желает Знать, Где Сидит Фазан») и **ультрафиолетовые** (УФ, менее 0,40 мкм: жесткие и мягкие) лучи. Биологическое действие солнечного света зависит от длины волны, интенсивности, периодичности.



Видимые лучи составляют около 50% лучистой энергии, которая особенно *необходима растениям для фотосинтеза и для обеспечения видимости и ориентации в пространстве всех живых существ*. Растения используют для фотосинтеза менее 1% солнечной энергии, остальная ее часть рассеивается в виде тепла или отражается. Обеспечивает *фотопериодизм*. Большинство животных способны воспринимать световые раздражения. У некоторых одноклеточных имеются светочувствительные «глазки», с помощью которых они способны реагировать на свет (фототаксисы). Почти все многоклеточные обладают разнообразными светочувствительными органами.

γ-лучи	Рентгеновские лучи	УФ жУФ мУФ	ВС	ИК	радиоволны		
Длина волны	< 0,1 нм	100 нм		> 1 м	Тысячи метров		
	фиолетовый	синий	голубой	зеленый	желтый	оранжевый	красный
	380 нм			750 нм			

Организмы, способные преобразовывать энергию света в энергию химических связей, используемую затем для синтеза органических веществ из неорганических – *наз. фототрофами*. К ним относятся – цианобактерии (сине-зеленые водоросли), некоторые другие бактерии и многоклеточные водоросли и высшие растения. По способу питания они являются *автотрофами*.

Организмы, потребляющие готовые органические вещества и не способные к их синтезу из неорганических – *наз. гетеротрофами*. Они могут жить в условиях постоянной темноты: в океанических глубинах, глубоких слоях почвы и т.д.

По требовательности к интенсивности освещения различает **светолюбивые, теневыносливые и тенелюбивые растения**.

- Светолюбивые растения могут нормально развиваться только при полном освещении. Они широко распространены в сухих степях и полупустынях, где растительный покров редкий и растения не затеняют друг друга (тюльпан, гусиный лук). К светолюбивым растениям относятся и хлебные злаки, растения безлесных склонов (чабрец, шалфей) и др.
- Теневыносливые растения лучше растут при прямом освещении солнечными лучами, однако способны выносить и затенение. Это лесобразующие породы (береза, осина, сосна, дуб, ель) и травянистые (зверобой, земляника) растения.
- Тенелюбивые растения не выносят прямого солнечного света и нормально развиваются в условиях затенения. К таким растениям относятся лесные травы — кислица, мхи и др.

Фотопериодизм – реакция живых организмов на изменение длины светового дня. Регулирует суточные (день-ночь) и сезонные ритмы живых организмов.

Примеры: у животных - миграция птиц, смена шерстяного покрова у млекопитающих, спячка животных, брачное поведение; у растений - открывание и закрывание цветов, цветение в разные сезоны года.

Ультрафиолетовые лучи. Это лучи с самой высокой энергией квантов (5%). Большая часть ультрафиолетового излучения с длиной волны менее 0,29 мкм (жесткие) задерживается озоновым слоем атмосферы. Это излучение (ЖУФ) является губительным для живого. Ультрафиолетовые лучи с большей длиной волны (0,3- 0,4 мкм) – мягкие (МУФ), достигают поверхности Земли и в умеренных дозах оказывают благоприятное воздействие на животных — стимулируют синтез витамина D, пигмента кожи меланина (загар) и др. УФЛ могут приводить к мутациям.

Инфракрасные лучи составляют около 45% лучистой энергии, достигающей Земли, и являются главным *источником тепла*, поддерживающего температуру окружающей среды.

- **ТЕМПЕРАТУРА** - важный абиотический фактор среды, влияющий на скорость биохимических процессов в организме.

Колебания температуры на земном шаре достигают широких пределов: от +50-60°C в пустынях до -70-80°C в Антарктиде, однако жизнь существует и в таких экстремальных условиях (водоросли в горячих источниках, пингвины в Антарктиде).

У большинства организмов процессы жизнедеятельности протекают при температурах от 0-4°C до +40-+50°C.

Температура, наиболее благоприятная для жизнедеятельности и роста, *называется оптимальной.*

По способности к терморегуляции животные делятся на холоднокровных (пойкилотермных) и теплокровных (гомойотермных).

- У холоднокровных (беспозвоночные, рыбы, земноводные и пресмыкающиеся) температура тела непостоянна и зависит от температуры окружающей среды.
- Теплокровные животные (птицы, млекопитающие и человек) способны поддерживать постоянную температуру тела благодаря интенсивному обмену веществ, появлению теплоизолирующих покровов (перья, мех, подкожная жировая клетчатка) и выработке в процессе эволюции особых механизмов ее регуляции. Важную роль сыграли такие ароморфозы, как четырехкамерное сердце, полное разделение артериальной и венозной крови и совершенные органы дыхания.

Приспособления живых организмов к колебаниям температуры.

- Одним из приспособлений животных к колебаниям температуры является миграция — временное переселение в более благоприятные условия (перелеты птиц, миграции рыб, насекомых и др.).
- Зимняя спячка.
- Многие виды животных (в основном холоднокровные, но и некоторые теплокровные) приобрели способность переживать неблагоприятные условия (высокую или низкую температуру, отсутствие воды, пищи и др.) в состоянии оцепенения (насекомые, лягушки, ежи, барсуки и т.д.). Это состояние характеризуется неподвижностью животного, прекращением питания, резким снижением всех физиологических функций.
- Наиболее глубокое оцепенение наблюдается при анабиозе (ana — вновь, bios — жизнь) — такое состояние живых организмов, при котором все жизненные процессы настолько снижены, что видимые проявления жизни отсутствуют.
- Морозостойкость.

- **ВЛАЖНОСТЬ** - является важным лимитирующим абиотическим фактором внешней среды, так как без воды не может существовать ни один организм. Вода является универсальным растворителем и непосредственно участвует в биохимических реакциях. Ее содержание в клетках достигает 70-90%.

Приспособления к недостатку воды.

- **Растения засушливых мест** имеют глубокие корни, мелкие листья, покрытые толстой кутикулой, содержащие мало устьиц, видоизмененные в колючки листья. У полупустынных растений (кактусы, молочай) имеются сочные мясистые стебли с сильно развитой водозапасающей тканью. Одним из приспособлений для снижения потерь воды является листопад.

По приспособленности к местообитанию в различных условиях увлажнения растения делятся на:

Гигрофиты – растения влажных мест обитания (калужница болотная, папирус, рис, папоротники, орхидеи). Избыточная влажность удаляется через устьица.

Мезофиты – растения, приспособленные к жизни в условиях умеренного увлажнения. В основном это растения луга и леса. Такие растения заканчивают свой вегетационный период весной. Засушливое время они переживают в виде семян (эфимеры), корневищ и луковиц (эфимероиды).

Ксерофиты – растения сухих мест обитания, способные переносить недостаток влаги. Они имеют приспособления, уменьшающие потерю воды или позволяющие добывать воду. У верблюжьей колючки корень достигает глубина 15м. коровяк имеет сильное опушение листьев. Толстая кутикула, запасание воды – у кактуса.

- **Животные.** Мелкие животные (грызуны, пресмыкающиеся, членистоногие) довольствуются водой, поступающей вместе с пищей. Резервуаром воды для ряда животных засушливых районов служат отложения жира (горб у верблюда, жировое тело у насекомых), при окислении которого образуется необходимое количество воды. Ряд животных пустынных районов обладает способностью к длительному быстрому бегу (антилопы, куланы, сайгаки), позволяющему им совершать дальние миграции на водопой. Некоторые виды (преимущественно грызуны) перешли к ночному образу жизни, тем самым, избегая перегрева и большого испарения воды. Приспособления: плотные покровы (хитин, чешуя); горб верблюда, подкожный жир грызунов.

- **КИСЛОРОД.** Для большинства живых организмов кислород жизненно необходим – **аэробные** организмы. В бескислородной среде могут развиваться только **анаэробные** бактерии и эндопаразиты. Поглощение кислорода из внешней среды происходит через всю поверхность тела (простейшие, черви), с помощью органов дыхания (трахеи, жабры, легкие). Кислород химически связывается и переноситься по организму специальными пигментами крови – напр. гемоглобином у позвоночных. При недостатке кислорода в среде выработались соответствующие приспособления: повышенная кислородная емкость крови, большой объем легких, более частые и глубокие дыхательные движения.

БИОТИЧЕСКИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

1. Антибиоз
2. Симбиоз

- ✓ **Под антибиозом** понимают такие взаимоотношения между организмами разных видов, когда особи одного вида, выделяя особые вещества, оказывают угнетающее воздействие на жизнедеятельность особей других видов, при этом сами не испытывают влияния второго организма.

Выделяемые организмами вещества называются антибиотики. **Антибиотики**, продуцируемые грибами, бактериями и другими организмами (пенициллин, стрептомицин, биомицин) нашли широкое применение для лечения разнообразных инфекционных болезней. Некоторые высшие растения также продуцируют антибиотики, которые получили название фитонцидов. Фитонциды обычно представляют собой летучие вещества, угнетающие жизнедеятельность бактерий, грибов и одноклеточных. Они играют большую роль в биологической очистке воздуха. Широкое применение в медицине находят фитонциды чеснока и лука.

Конкуренция - взаимоотношения между особями и популяциями одного вида (внутривидовая) или разных видов (межвидовая), когда они используют одинаковые условия среды (они борются за пищу, энергию, лучшие способы защиты). Например, саранча, грызуны и травоядные вступают между собой в конкурентные отношения из-за пищи. В конкурентные отношения могут вступать особи как одного (сосны за свет), так и разных видов (разные виды хищников — за жертву).

Закон конкурентного исключения (принцип Гаузе), доказан в опытах на инфузориях-туфельках. Он наблюдал изменение численности в одновидовых и двухвидовых культурах. Пищей служат бактерии и дрожжи, добавляемые порциями. Если два вида с одинаковыми экологическими потребно-

стями оказываются в одном сообществе, то более сильный конкурент вытеснит более слабого. Более сильный конкурент обладает большей скоростью роста и размножения.

Совместное обитание близкородственных видов возможно, если они занимают разные экологические ниши. Экологические ниши – это комплекс факторов, которые требуются для существования вида, в том числе связи с другими видами в сообществе.

Выделяют три основных способа разделения экологических ниш: в пространстве, во времени, по ресурсам. Эти способы могут сочетаться. В результате конкуренции один вид может вытеснить другой. Значение конкуренции: формируют видовой состав сообщества, распределяет виды в пространстве, численность видов.

Хищничество - это такая форма взаимоотношений между двумя видами, которые основаны на пищевых связях, хищники используют другой вид однократно: убивая и поедая их. Хищники есть среди животных всех классов хордовых (акулы, крокодилы, орлы, волки) и среди других типов (гидра, планария, морские звезды, божьи коровки). Есть хищники и среди растений (росянка, жирянка, венерина мухоловка и др.). **Каннибализм** – поедание особей своего вида. Встречается у хищных рыб, насекомых, паукообразных.

Хищничество служит механизмом регуляции численности популяций: в природе хищники уничтожают наиболее ослабленных, больных особей.

✓ **Под симбиозом** (греч. - «сожительство») мы понимаем – любое сожительство организмов, относящихся к различным видам.

Комменсализм - сожительство организмов разных видов, при котором один организм использует другой как жилище и источник питания, но не причиняет ему вреда и не приносит пользы. Одному выгода другому нейтрально. Например, ротовая кишечная амeba не причиняет видимого вреда, в желудочно-кишечном тракте человека находится большое количество бактерий и простейших, питающихся остатками пищи и не причиняющих вреда хозяину; черви, обитающие в жабрах мечехвостых рыб, питаются их остатками; гиены и львы; рыбы-прилипалы и акулы; лишайники на деревьях. Своего рода «квартиранты» (синойкия) и «нахлебники».

Мутуализм - взаимопольное существование двух организмов. Раздельно жить не могут. Например, кишечная палочка (микрофлора) в организме человека использует его пищу, сама выделяет витамин К, В, необходимый для синтеза элементов крови.

Часто один из партнеров использует другого в качестве пищевого ресурса, взамен обеспечивает ему защиту от врагов или благоприятные условия для жизни (грибы-микоризообразователи и высшие растения). Вид, выигрывающий в пище, освобождает партнера от паразитов (рыбы-чистильщики), опыляет семена (клевер и шмели, пчелы и многие растения), или распространяет семена (птицы и ягодные растения, муравьи и джефферсония сомнительная, бурундуки и кедровый стланик, мелкие грызуны и аризема амурская, белка-летяга и орешки липы). Тело лишайников представляет собой симбиоз водорослей и грибов; микориза (грибкочервь) — симбиоз корневых волосков и нитей грибницы. Клубеньки на корнях высших растений, образованные в результате взаимодействия с бактериями.

Паразитизм - самая распространенная форма симбиоза. Это форма сожительства двух организмов, где один – его называют паразитом, использует другого - его называют – хозяином, в качестве источника питания и места обитания, связан с ним в своем биологическом цикле и причиняет ему вред.

Связь паразита с внешней средой осуществляется опосредованно через организм хозяина, а многие паразиты почти полностью утратили связь с внешним миром - все стадии их развития проходят в организме хозяев. Между паразитами и хозяевами в процессе эволюции возникли сложные взаимоотношения. И у животных, и у растений, ведущих паразитический образ жизни, выработались многочисленные приспособления к паразитированию в виде анатомо-морфологических и физиологических особенностей. Многие паразиты-насекомые утрачивают крылья (вши, блохи). Наряду с упрощением организации почти у всех паразитов появляются специфические органы фиксации - крючки, зацепки, присоски и др. Высокая плодовитость многих паразитов позволяет им выжить в борьбе за существование.

Болезнетворное действие паразитов складывается из механического повреждения тканей хозяина, отравления его продуктами обмена, питания за его счет. Паразитами являются все вирусы. Многие бактерии, грибы, простейшие, некоторые черви и членистоногие. Среди многоклеточных организ-

мов нет ни одного, который не имел бы в своем теле (реже – на теле) паразитов. Чем сложнее строение организма и его органов, тем более разнообразнее условия, в которых могут прожить его сожители (и тем они многочисленнее).

АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ

Это различные формы деятельности человека, оказывающие воздействия на живые организмы и компоненты окружающей среды.

Человек изменяет окружающую среду в соответствии со своими потребностями. Антропогенный фактор начал действовать при переходе человечества от собирательства к земледелию и охоте, но его влияние на природу особенно возросло в последнее время в связи с интенсивным развитием промышленности и сельского хозяйства и может быть как положительным, так и отрицательным.

Положительное воздействие человека - проявляется в посадке лесов, парков, садов, создании и разведении высокопродуктивных новых сортов растений и пород животных, создании и охране заповедников, заказников и т.п.

Отрицательное влияние людей на природу остается все еще достаточно интенсивным: вырубаются лесные массивы, осушаются вековые болота, мелеют реки, происходит эрозия почв, загрязнение воды, почвы и воздуха отходами, нефтепродуктами, синтетическими веществами, радиоактивными изотопами и др.

Среда обитания

Комплекс окружающих условий, действующих на организм - **среда обитания**.

В процессе исторического развития живые организмы освоили четыре среды обитания. Первая – вода. В воде жизнь зародилась и развивалась многие миллионы лет. Вторая – наземно-воздушная – на суше и в атмосфере возникли и бурно адаптировались к новым условиям растения и животные. Постепенно преобразуя верхний слой суши - литосферы, они создали третью среду обитания – почву, а сами стали четвертой средой обитания.

<p>Среды обитания:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Водная среда обитания2. Наземно-воздушная среда обитания3. Почва, как среда обитания4. Организм, как среда обитания

ВОДНАЯ СРЕДА ОБИТАНИЯ - ГИДРОСФЕРА

Вода покрывает 71% площади земного шара и составляет 1/800 часть объема суши. Основная масса воды сосредоточена в морях и океанах – 94-98%, в полярных льдах содержится около 1,2% воды и совсем малая доля – менее 0,5%, в пресных водах рек, озер и болот. Соотношения эти постоянны, хотя в природе, не переставая, идет круговорот воды.

В водной среде обитает около 7% животных и 8 % растений от общего числа видов Земли. На основании этого был сделан вывод о том, что на суше эволюция шла намного интенсивнее, чем в воде.

В морях-океанах, как в горах, выражена вертикальная зональность.

Экологические группы гидробионтов. Наибольшим разнообразием жизни отличаются теплые моря и океаны в области экватора и тропиках, к северу и югу происходит обеднение флоры и фауны морей в сотни раз. Что касается распределения организмов непосредственно в море, то основная масса их сосредоточена в поверхностных слоях и в прибрежной зоне.

В зависимости от способа передвижения и пребывания в определенных слоях, морские обитатели подразделяются на три экологические группы: **нектон, планктон и бентос**.

- **Нектон** (плавающий) - активно передвигающиеся крупные животные, способные преодолевать большие расстояния и сильные течения: рыбы, кальмары, ластоногие, киты. В пресных водоемах к нектону относятся и земноводные и множество насекомых.
- **Планктон** (блуждающий, парящий) – совокупность растений (фитопланктон: водоросли, растительные жгутиконосцы) и мелких животных организмов (зоопланктон: мелкие ракообразные, из более крупных – моллюски, медузы, некоторые черви), обитающих на разной глубине, но не способных к активным передвижениям и к противостоянию течениям. В состав планктона входят и личинки животных (десятиногие, усоногие и веслоногие ракообразные, иглокожие, полихеты, рыбы, моллюски и др.). Личинки, взрослея, переходят в нижние слои пелагели. Выше нейстона располагается плейстон – это организмы, у которых верхняя часть тела растет над водой, а нижняя – в воде (ряска – Lemna, сифонофоры и др.).
- **Бентос** (глубина) – обитатели дна. Представлен в основном прикрепленными или медленно передвигающимися животными (зообентос: фораминиферы, рыбы, губки, кишечнополостные, черви,

некоторые моллюски, асцидии, и др.), более многочисленными на мелководье. На мелководье в бентос входят и растения (фитобентос: диатомовые, зеленые, бурые, красные водоросли, бактерии). На глубине, где нет света, фитобентос отсутствует.

Главной отличительной особенностью водной среды является ее относительная консервативность. Особенности водной среды проистекают из физико-химических свойств воды. Так, большое экологическое значение имеют **высокая плотность и вязкость воды.**

Высокая плотность водной среды определяет особый состав и характер изменения жизнеобеспечивающих факторов. Одни из них те же, что и на суше – тепло, свет, другие специфические: **давление воды** (с глубиной увеличивается), **содержание кислорода, состав солей, кислотность**. Благодаря высокой плотности среды, значения тепла и света с градиентом высоты изменяются гораздо быстрее, чем на суше.

Удельная масса воды соизмерима с таковой тела живых организмов. Плотность воды примерно в 1000 раз выше плотности воздуха. Поэтому водные организмы (особенно, активно движущиеся) сталкиваются с большой силой гидродинамического сопротивления. Эволюция многих групп водных животных по этой причине шла в направлении формирования формы тела и типов движения, снижающих лобовое сопротивление, что приводит к снижению энергозатрат на плавание. Так, обтекаемая форма тела встречается у представителей различных групп организмов, обитающих в воде, - дельфинов (млекопитающих), костистых и хрящевых рыб.

Высокая плотность воды является также причиной того, что механические колебания (вибрации) хорошо распространяются в водной среде. Это имело важное значение в эволюции органов чувств, ориентации в пространстве и коммуникации между водными обитателями. Вчетверо большая, чем в воздухе, скорость звука в водной среде определяет более высокую частоту эхолокационных сигналов.

В связи с высокой плотностью водной среды ее обитатели лишены обязательной связи с субстратом, которая характерна для наземных форм и связана с силами гравитации. Поэтому есть целая группа водных организмов (как растений, так и животных), существующих без обязательной связи с дном или другим субстратом, "парящих" в водной толще. Электропроводность открыла возможность эволюционного формирования электрических органов чувств, обороны и нападения.

Тепловой режим. Для водной среды характерен **меньший приход тепла**, т.к. значительная часть его отражается, и не менее значительная часть расходуется на испарение. Сопоставив с динамикой наземных температур, **температура воды обладает меньшими колебаниями суточных и сезонных температур.**

С глубиной температура воды резко падает. До 50 м наблюдаются суточные колебания температуры, до 400 – сезонные, **глубже она становится постоянной**, опускаясь до +1-3°C (в Заполярье близка к 0°C). Поскольку **температурный режим в водоемах сравнительно стабилен**, их обитателям свойственна стенотермность. Незначительные колебания температуры в ту или иную сторону сопровождается существенными изменениями в водных экосистемах.

Световой режим. Интенсивность света в воде **сильно ослаблена** из-за его отражения поверхностью и поглощения самой водой. Это сильно сказывается на развитии фотосинтезирующих растений.

В океанах, где вода очень прозрачна, на значительную глубину (140 м) проникает 1% световой радиации, а в небольших озерах на глубине 2 м проникает всего лишь десятые доли процента. Лучи разных частей спектра поглощаются в воде неодинаково, вначале поглощаются красные лучи. **С глубиной становится все темнее**, и цвет воды становится вначале зеленым, затем голубым, синим и в конце – сине-фиолетовым, переходя в полный мрак. Соответственно меняют цвет и гидробионты, адаптирующиеся не только к составу света, но и к его недостатку. В светлых зонах, на мелководьях, преобладают зеленые водоросли, хлорофилл которых поглощают красные лучи, с глубиной они сменяются бурными и далее красными. На больших глубинах фитобентос отсутствует. Световой день в водной среде гораздо короче, чем в воздушной.

Животные, как и растения, закономерно меняют свою окраску с глубиной. В верхних слоях они ярко окрашены в разные цвета, в сумеречной зоне (морской окунь, кораллы, ракообразные) окрашены в цвета с красным оттенком – удобнее скрываться от врагов. Глубоководные виды лишены пигментов.

Характерными свойствами водной среды, отличными от суши, являются **высокая плотность** (в 800 раз больше плотности воздуха), подвижность, кислотность, способность растворения газов и солей. Для всех этих условий у гидробионтов исторически выработаны соответствующие приспособления-адаптации.

Значительно меньше (в 30-40 раз) по сравнению с воздушной средой в воде содержится кислорода. Особенно уменьшается его количество в пресных водоемах зимой, когда образуется ледовый покров. Снабжение кислородом возрастает при перемещении водного слоя — волнении водной поверхности.

НАЗЕМНО-ВОЗДУШНАЯ СРЕДА ОБИТАНИЯ

В ходе эволюции эта среда была освоена позже, чем водная. Ее особенность заключается в том, что **она газообразная**, поэтому характеризуется **низкими влажностью, плотностью и давлением, высоким содержанием кислорода**. В ходе эволюции у живых организмов выработались необходимые анатомо-морфологические, физиологические, поведенческие и другие адаптации.

Основными особенностями наземно-воздушной среды является большая амплитуда изменения экологических факторов, неоднородность среды, действие сил земного тяготения, низкая плотность воздуха.

Экологические факторы в наземно-воздушной среде отличаются от других сред обитания высоким содержанием кислорода в атмосфере (около 21%), что определяет возможность формирования высоко-го (энергетического) уровня обмена веществ, **высокой интенсивностью света, значительными колебаниями температуры**, низкой и изменчивой влажностью **воздуха**, корреляцией всех факторов с географическим положением, **сменой сезонов года и времени суток**. Воздействия их на организмы неразрывно связано с движением воздуха и положения относительно морей и океанов и сильно отличаются от воздействия в водной среде

Комплекс физико-географических и климатических факторов, свойственных определенной природной зоне, приводит к эволюционному становлению морфофизиологических адаптаций организмов к жизни в этих условиях, многообразию форм жизни. Эти особенности направляли эволюцию водно-солевого обмена и структуры органов дыхания.

Условия обитания организмов воздушной и водной среды

Условия (факторы) обитания	Значение условий для организмов	
	воздушной среды	водной среды
Влажность	Очень важное (часто в дефиците)	Не имеет (всегда в избытке)
Плотность	Незначительное (за исключением почвы)	Большое по сравнению с ее ролью для обитателей воздушной среды
Давление	Почти не имеет	Большое (может достигать 1000 атмосфер)
Температура	Существенное (колеблется в очень больших пределах – от -80 до +100°C и более)	Меньшее по сравнению со значением для обитателей воздушной среды (колеблется гораздо меньше, обычно от -2 до +40°C)
Кислород	Несущественное (большой частью в избытке)	Существенное (часто в дефиците)
Взвешенные вещества	Неважное; не используются в пищу (главным образом минеральные)	Важное (источник пищи, особенно органические вещества)
Растворенные вещества в окружающей среде	В некоторой степени (имеют значение только в почвенных растворах)	Важное (в определенном количестве необходимы)

ПОЧВА КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ

Земля - единственная из планет имеет почву – особенную, верхнюю оболочку суши. Почва является результатом деятельности живых организмов. Заселявшие наземно-воздушную среду организмы приводили к возникновению почвы как уникальной среды обитания. Почва представляет собой сложную систему, включающую твердую фазу (минеральные частицы), жидкую фазу (почвенная влага) и газообразную фазу. Соотношение этих трех фаз и определяет особенности почвы как среды жизни.

Основными структурными элементами почвы являются: минеральная основа, органическое вещество, воздух и вода.

Минеральная основа (скелет) (50-60% всей почвы) – это неорганическое вещество, образовавшееся в результате подстилающей горной породы в результате ее выветривания. Физико-химические свойства почв обусловлены в основном составом почвообразующих пород.

От соотношения в почве глины и песка, размеров фрагментов, зависят проницаемость и пористость почвы, обеспечивающие циркуляцию, как воды, так и воздуха. В умеренном климате идеально, если почва образована равными количествами глины и песка, т.е. представляет суглинок. В этом случае почвам не грозит ни переувлажнение, не пересыхание. И то и другое одинаково губительно как для растений, так для и животных.

Органическое вещество – до 10% почвы, образуется из отмершей биомассы (растительная масса – опад листьев, ветвей и корней, валежные стволы, ветошь травы, организмы погибших животных), измельченной и переработанной в почвенный гумус микроорганизмами и определенными группами животных и растений. Более простые элементы, образовавшиеся в результате разложения органики, вновь усваиваются растениями и вовлекаются в биологический круговорот.

Воздух (15-25%) в почве содержится в полостях – порах, между органическими и минеральными частицами. При отсутствии (тяжелые глинистые почвы) или заполнении пор водой (во время подтоплений, таяния мерзлоты) в почве ухудшается аэрация (то есть насыщенность воздухом) и складываются анаэробные условия. В таких условиях тормозятся физиологические процессы организмов, потребляющих кислород – аэробов, разложение органики идет медленно. Постепенно накапливаясь, они образуют торф. Большие запасы торфа характерны для болот, заболоченных лесов, тундровых сообществ. Торфонакопление особенно выражено в северных регионах, где холодность и переувлажнение почв взаимообуславливают и дополняют друг друга.

Вода (25-30%) в почве представлена 4 типами.

Подвижная вода, занимают широкие промежутки между частицами почвы, просачивается вниз под собственной тяжестью до уровня грунтовых вод. Легко усваивается растениями.

Связанная – адсорбируется вокруг коллоидных частиц (глина, кварц) почвы и удерживается в виде тонкой пленки. Растениям она недоступна, не испаряется. В глинистых почвах такой воды до 15%, в песчаных – 5%.

Вода, удерживаемая вокруг почвенных частиц, силой поверхностного натяжения. По узким порам и каналам, поднимается от уровня грунтовых вод или расходится от полостей с гравитационной водой. Лучше удерживается глинистыми почвами, легко испаряется. Растения легко поглощают ее.

Парообразная – занимает все свободные от воды поры. Испаряется в первую очередь.

Осуществляется постоянный обмен поверхностных почвенных и грунтовых вод, как звено общего круговорота воды в природе, меняющий скорость и направление в зависимости от сезона года и погодных условий.

Термический режим, по сравнению с наземно-воздушной средой, более консервативный, особенно на большой глубине. В почве возможно обитание организмов, обладающих как водным, так и воздушным типом дыхания. Вертикальный градиент проникновения света в почву еще более выражен, чем в воде. В целом, почва отличается довольно устойчивыми условиями жизни.

Многие авторы отмечают промежуточность положения почвенной среды жизни между водной и наземно-воздушной средами. Микроорганизмы встречаются по всей толще почвы, а растения (в первую очередь, корневые системы) связаны с наружными горизонтами.

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

ОРГАНИЗМ КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ

Живой организм может также служить средой обитания - для паразитов и симбионтов. Между организмами существуют не только трофические, но и топические связи. Результатом их является создание одним организмом определенных экологических условий для другого.

Организм как среда обитания характеризуется определенным постоянством (гомеостазом). В то же время некоторые виды паразитов вынуждены противостоять агрессивной среде организма (например, агрессивной среде желудочно-кишечного тракта) и иммунной системе организма.

Организм, как правило, обеспечивает паразитов и симбионтов питательными веществами, находящимися в доступной форме и не требующими дальнейшего пищеварения и переработки. Поэтому у большинства паразитов наблюдается упрощение строения (редукция) органов пищеварения. Стратегия их выживания направлена на оставление как можно большего числа потомков, формирование защитных механизмов и приспособлений к распространению.

Анализируя среды жизни с точки зрения их влияния на живые организмы, следует отметить, что каждая из них имеет и благоприятные факторы, и неблагоприятные. Наиболее велики диапазоны колебания экологических факторов в воздушно-наземной среде жизни, а, следовательно, и организмы, обитающие в ней, должны иметь широкую экологическую валентность.

Экологические факторы

Значение факторов внешней среды неравноценно. Например, зеленые растения не могут существовать без света, диоксида углерода и минеральных солей. Животные не могут жить без пищи и кислорода.

Некоторые факторы могут быть относительно безразличны для растительных и животных организмов, например, содержание азота в атмосфере.

Сочетание условий среды, обеспечивающих усиленный рост, развитие и размножение каждого организма (популяции, вида), называют *экологическим оптимумом*. Создание условий экологического оптимума при выращивании сельскохозяйственных растений и животных позволяет значительно повысить их продуктивность.

Следует учитывать, что на отдельные организмы и их популяции одновременно воздействуют все факторы, создающие определенный **комплекс условий**, в котором могут обитать те или иные организмы. Отдельные факторы могут усиливать или ослаблять действие других факторов. Например, при оптимальной температуре повышается выносливость организмов к недостатку влаги и пищи; в свою очередь обилие пищи увеличивает устойчивость организмов к неблагоприятным климатическим условиям.

Схема действия экологического фактора.

Степень влияния факторов окружающей природы зависит от силы их действия. При оптимальной силе воздействия данный вид нормально живет, размножается и развивается - *экологический оптимум*, создающий наилучшие условия жизни.

При значительных отклонениях от оптимума как в сторону повышения силы фактора (максимум), так и в сторону ее понижения (минимум) жизнедеятельность организмов угнетается. Максимальное и минимальное значения фактора, при которых еще возможна жизнедеятельность, называется **пределами выносливости** (диапазон устойчивости, или толерантности).

Оптимальное значение фактора, как и пределы выносливости неодинаковы для разных видов и даже для отдельных особей одного и того же вида. Одни виды обладают широким диапазоном выносливости, другие — узким. Например, сосна может расти на песках и на болотах, а кувшинка без воды погибает.

Организмы, которые могут жить в довольно разнообразных условиях внешней среды — называются *эврибионтными* или эвритопными (широкий диапазон). Например, бурый медведь живет в условиях холодного и теплого климата, в сухих и влажных районах, питаются разнообразной растительной и животной пищей.

Стенобионты или стенотопные (узкий диапазон) — организмы, приспособленные жить лишь в узком диапазоне условий среды. Например, форель может жить только в чистых холодных горных реках.

Способность организмов адаптироваться к изменениям факторов среды — называется экологической **пластичностью**.

Фактор, интенсивность которого приближается к пределу выносливости или превышает его, называется **лимитирующим** (ограничивающим жизнедеятельность). Если интенсивность хотя бы одного экологического фактора выходит за пределы выносливости, то, несмотря на оптимальное сочетание остальных условий, организм грозит гибелью.

Понятие о лимитирующих факторах было введено еще в 1840г химиком **Ю.Либихом**. Он изучал влияние на рост растений содержания различных химических элементов в почве. Он сформулировал **принцип: «Веществом, находящимся в минимуме, управляется урожай и определяется величина и устойчивость последнего во времени».**

Этот принцип был назван принципом Либиха, а в качестве наглядной иллюстрации часто изображают «**Бочку Либиха**», у которой образующие боковую поверхность доски имеют разную высоту. Длина самой короткой доски определяет уровень, до которого можно наполнить бочку водой. Длина этой доски — и есть лимитирующий фактор для количества воды в бочке. Длина других досок значения не имеет.

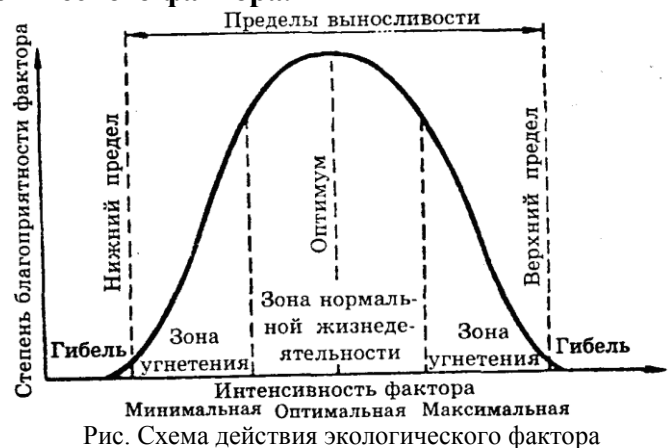
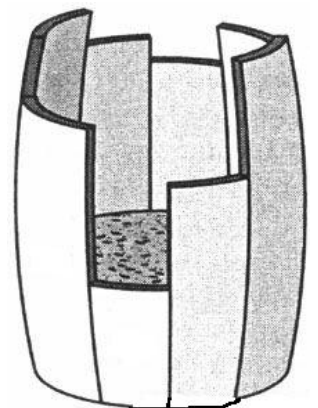


Рис. Схема действия экологического фактора



Экология популяций

Популяции — это совокупность особей одного вида, длительно существующих на определенной территории и относительно изолированных от других популяций вида. Они характеризуются генетическим полиморфизмом, ареалом, плотностью, численностью, рождаемостью, смертностью, возрастным составом и др.

Каждая популяция может существовать только в определенных экологических условиях: при определенной температуре, влажности, составе атмосферы, гидросферы, наличии кормовых ресурсов, конкурентов, паразитов и т.п.

Характеристики популяций:

- ареал популяции;
- численность популяции;
- плотность популяции;
- половой и возрастной состав;
- динамика популяции (изменения численности под действием различных факторов).

Ареал популяции – это территория или акватория, на которой обитает популяция.

Размеры ареала различны для разных видов. Виды, встречаемые на большей части обитаемых областей Земли, называются **виды-космополиты**. Напр., подорожник, пастушья сумка, ряска; комнатные мухи, воробьи, крысы и др.

Эндемичные виды – обитают в определенных местах, имеют незначительный ареал, напр., реликтовые растения – гинго, иетасеквойя; животные – утконос, ехидна, латимерия.

Пространственная структура. Формируется главным образом фитоценозом, расчлененным на вертикальные составляющие – ярусы и горизонтальные - микрогруппировки. Вертикальное распределение растительности позволяет наиболее эффективно использовать солнечный свет, необходимый для фотосинтеза. Каждый ярус создает условия для жизни определенных животных. Горизонтальная расчлененность фитоценоза создает своеобразную мозаику.

Численность популяции – общее количество особей в популяции. Численность особей в популяциях варьирует в широком диапазоне в зависимости от интенсивности размножения, гибели и миграций (перехода особей из одной популяции в другую). Численность не может быть меньше определенной величины, иначе особи не смогут встретиться и оставить потомство.

Плотность популяции - это число особей на единицу площади или объема. Может регулироваться поведенческими и физиологическими реакциями. Напр., у мышевидных грызунов в результате стресса при перенаселении происходит гибель эмбрионов.

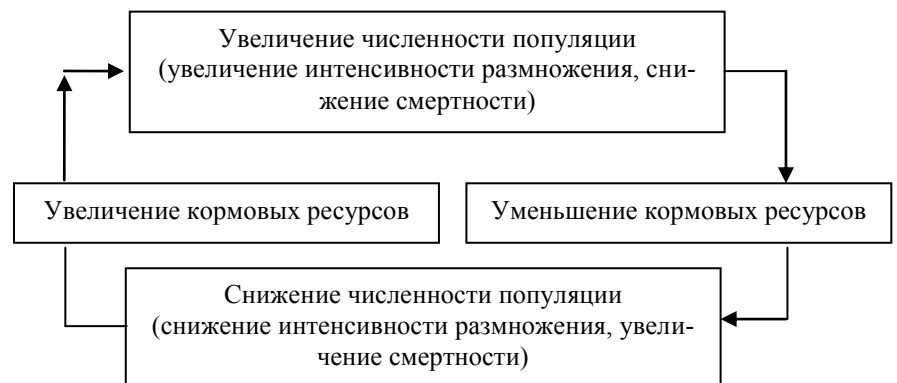
Половой состав – соотношение мужских и женских особей. В соответствии с генетическими механизмами определения пола соотношение полов составляет 1:1, однако соотношение полов может изменяться. Например, в популяции человека при рождении – 106 мальчиков : 100 девочек; к 16-18 годам – 100 : 100; к 50 годам – 85 мужчин : 100 женщин; к 80 годам – 50 к 100.

Возрастной состав – это соотношение различных возрастных групп. Значение возрастного состава позволяет оценить способность популяции к воспроизводству. Чем больше возрастных групп, тем устойчивее популяция.

Динамика популяции – это характер изменения численности популяции в зависимости от факторов внешней среды. В идеальных условиях численность любой популяции будет расти в геометрической прогрессии. Такой рост численности называется **экспоненциальным**. Напр., вспышки численности саранчи. Такие вспышки встречаются редко.

По мере роста популяции происходит снижение скорости прироста ее численности. Это логистический тип.

Изменение численности популяций зависит от: рождаемости, смертности, миграции, поведенческих факторов.



Численность популяции зависит от многих факторов окружающей среды. Важнейшим фактором, регулирующим численность популяций в биогеоценозах, являются кормовые ресурсы. Популяция обычно насчитывает столько особей, сколько их может прокормиться на занимаемой территории. Улучшение условий питания приводит к снижению конкуренции, росту рождаемости и увеличению численности популяции. Напротив, ухудшение кормовой базы приводит к обострению конкуренции снижению плодовитости и повышению смертности в популяции.

гомеостаз

Экосистемы

Экосистема (А.Тенсли) включает совокупность совместно обитающих живых организмов и абиотических факторов, функционирующих как единое целое. Она не имеет определенных масштабов. Напр., населенный живыми организмами аквариум, капля воды, горный хребет, биосфера в целом.

Биогеоценоз, согласно определению академика Сукачева – это комплекс живых организмов (биоценоз) и условия абиотической среды вместе с занимаемой территорией (геоценоз). Сукачев соединив био- и геоценоз, предложил понятие **биогеоценоз** (1940).

Т.о. «биогеоценоз» - частный случай экосистемы граница биогеоценоза определяется растительным сообществом – фитобиоценозом (хвойные леса, березовые рощи и т.д.). Совокупность животных, населяющих ту или иную территорию – зооценоз, а совокупность микроорганизмов - микробиоценоз.

Видовая структура биоценоза. Виды с наибольшей численностью популяции в данном биоценозе – наз. **доминантными**, наиболее важные из них для сообщества - называются – **эдификаторами**.

Биотические и абиотические компоненты биогеоценоза связаны процессами обмена веществ и энергии. Популяции организмов получают из среды необходимые для поддержания жизни ресурсы, выделяя одновременно продукты жизнедеятельности, восстанавливающие среду. Биогеоценоз функционирует как целостная самовоспроизводящаяся, саморегулирующаяся открытая система.

Местообитания

Биотоп - совокупность условий среды обитания организмов в экосистеме.

Местообитание (биотоп) – это не только территория, занимаемая сообществом, но и присущий ей комплекс экологических условий среды. Различают следующие биотопы.

1. **Тундра.** Это холодная безлесая равнина, занимающая огромные пространства в Евразии, Северной Америке и Гренландии, опоясывающая Северную полярную область.
2. **Хвойные леса.** Непосредственно к югу от тундры лежит огромная зона хвойного леса, проходящая по всему Северному полушарию.
3. **Лиственные леса.** К югу от хвойных лесов лежит область листопадных лесов умеренной зоны. Цивилизация достигла наибольшего развития именно в этих районах, и в результате от некогда огромных лесных массивов почти ничего не осталось.
4. **Влажный тропический лес.** Это зона, опоясывающая Землю по экватору, имеет наиболее сложную структуру. Число различных видов растений здесь необычайно велико.
5. **Степные биомы.** Зона постепенного перехода от лесного биома к степному называется *лесостепью*. В тропиках наиболее обширную область такого типа образуют африканские саванны. Там, где есть реки, в саванну вклиниваются полосы леса (так называемые галерейные леса). Наиболее известные степные биомы – это степи Старого Света (Европа, Азия, Африка), североамериканские прерии (безлесые равнины), южноамериканские льяносы (безлесные степи) и пампа (равнинные территории с преобладанием травянистой растительности) и африканские вельды (леса со смешанной растительностью, покрывающей склоны невысоких плато и равнины).
6. **Пустыни.** Одну седьмую часть всей поверхности суши занимают области, где дожди не восполняют потерю влаги в результате испарения. Для пустынь характерен недостаток воды, а в Центральной Сахаре имеются районы, где совсем не бывает дождей.

Между этими сообществами, или биомами, существуют переходы, которые могут быть постепенными или сравнительно резкими. В том и другом случае имеется переходная зона – так называемый экотоп. Здесь встречаются виды, характерные для обоих биомов, а иногда еще и виды, свойственные только переходной области.

Компоненты биогеоценоза

В состав биогеоценоза входят следующие компоненты:

- неорганические вещества, включающиеся в круговорот (соединения углерода и азота, кислород, вода, минеральные соли);

- климатические факторы (температура, освещенность);
- органические вещества (белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды и др.);
- **продуценты** — автотрофные организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических (фотосинтезирующие растения и хемосинтезирующие бактерии);
- **консументы** — гетеротрофные организмы, растительноядные и плотоядные потребители готового органического вещества (животные);
- **редуценты** — гетеротрофные организмы, разрушающие остатки мертвых растений и животных и превращающие их в минеральные соединения (бактерии, грибы).

Биоценозы имеют

- видовую,
- пространственную и
- трофическую (пищевую) структуру.

Цепи питания.

Взаимоотношения между организмами биогеоценозов строятся на основе **цепей питания**. Источником энергии, за счет которой существуют все организмы, является Солнце.

Два типа пищевых цепей

- пастбищные (цепи выделения или потребления). Они начинаются с продуцентов.
 - ❖ клевер → кролик → волк;
 - ❖ водоросли (фитопланктон) → зоопланктон → плотва → щука → скопа;
- детритная (цепь разложения). Они начинаются от растительных или животных остатков, экскрементов животных – детрита, идут к микроорганизмам, мелким животным – детритофагам, их потребителям – хищникам. Такая цепь наиболее распространена в лесах.
 - ❖ Листовая подстилка → дождевой червь → черный дрозд → ястреб

Первое звено цепей питания — зеленые растения, преобразующие в процессе фотосинтеза световую энергию в энергию химических связей органических соединений (**продуценты**).

Второе звено составляют травоядные животные (первичные потребители, консументы I порядка), поедающие растения. Больше количество потребляемой энергии они расходуют на процессы жизнедеятельности и только около 10% - на построение тела.

Хищники (вторичные потребители, консументы II порядка), поедающие травоядных, также используют на построение своего тела до 10% энергии.

Так как на каждой ступени питания теряется около 90% энергии, то цепи питания не могут быть длинными, чаще всего они состоят из 3—5 звеньев. В среднем из одной тонны растений образуется около 100 кг массы тела травоядных животных. Хищники могут построить из этого количества 10 кг своей биомассы, а вторичные хищники — только 1 кг.

Таким образом, масса каждого последующего звена в цепи питания прогрессивно уменьшается. Эта закономерность называется **правилом экологической пирамиды**. В каждом последующем звене уменьшается и количество особей.

Третье звено. Особи каждого вида используют лишь часть содержащейся в органическом веществе энергии, доводя его распад до определенной стадии. Трусами и экскрементами консументов питаются сапрофиты — различные навозные и трупоядные насекомые, грибы и гнилостные бактерии, доводя их разложение до минеральных веществ, используемых растениями. Они являются разрушителями (редуцентами) и составляют *третье звено* цепей питания.

На схемах пищевой цепи отдельные звенья изображают в виде прямоугольников, площадь которых соответствует численным значениям звеньев. Располагая их в определенной последовательности, получают экологическую пирамиду. Экологическая пирамида обычно имеет вид треугольника с широким основанием, суживающимся кверху (рис.).

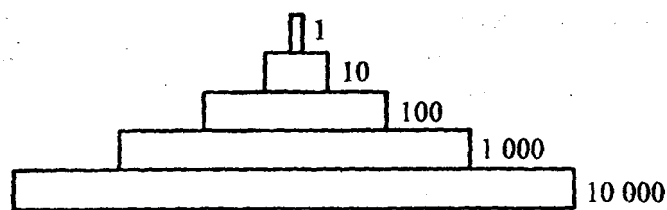


Рис. 109. Схема передачи биомассы с одного трофического уровня на другой.

Особи вида, занимающего положение высшего звена пирамиды питания, конкурируют друг с другом, но во взрослом состоянии, как правило, непосредственно не уничтожаются. Ограничивающими факторами здесь является только количество корма. Виды, занимающие низшие звенья пирамиды, чаще всего обеспечены питанием, но интенсивно истребляются высшими звеньями. Такие организмы становятся кормовой базой для высших животных.

Общая закономерность – количество особей, включенных в пищевую цепь, последовательно уменьшается, а численность жертв значительно больше их потребителей, поскольку в каждом звене пищевой цепи при каждом переносе энергии теряется 80 – 90%, рассеиваясь в виде теплоты. Это обстоятельство ограничивает число звеньев в цепи до 3 – 5. Описанная закономерность носит название *экологической пирамиды (энергетическая труба Одум)* или *правилом 10%*.

Трофические уровни !.

- I. Зеленые растения, фото- и хемосинтетики.
- II. Растительноядные животные, паразитические растения.
- III. Плотоядные животные: мелкие хищники первого порядка и их паразиты.
- IV. Крупные хищники и их паразиты.
- V. Редуценты, потребляющие мертвое органическое вещество: беспозвоночные, простейшие, грибы и бактерии.

Число звеньев в цепи питания не может быть больше 5, согласно энергетическому закону Одум.

Типы экологических пирамид.

- ❖ Пирамиды численности – число особей на каждом уровне пищевой цепи.
- ❖ Пирамиды биомассы – соотношение органического вещества.
- ❖ Пирамиды энергии – количество вещества в пище на каждом трофическом уровне.

Продуктивность экосистем или показатели ее функционирования

Биомасса и продукция – показатели, лежащие в основе «жизнеобеспечения» сообществ и человечества как части биосферы.

Биомасса, или урожай на корню – масса органического вещества, заключенного в телах живых организмов на единице площади. Биомасса может быть как живой, так и мертвой (древесина, кора деревьев).

Продукция – прирост биомассы за единицу времени. Различают первичную и вторичную продукцию.

Первичная продукция – органическое вещество, которое образуют продуценты в процессе фотосинтеза или хемосинтеза (скорость продуцирования биомассы растениями в единицу времени).

Вторичная продукция – биомасса, образуемая за единицу времени всеми редуцентами и консументами (скорость продуцирования биомассы гетеротрофными организмами (консументами) в единицу времени).

Лишь часть энергии солнечного света (44%), получаемая земной поверхностью, может быть использована растениями – она называется **фотосинтетическая активная радиация (ФАР)**. Часть ФАР падает на территории, лишенные растительности, т.е. тоже не используется. Лишь менее 25% энергии ФАР первоначально накапливается в виде органического вещества растений. Эта запасенная энергия – **валовая первичная продукция (ВПП)**, значительная ее часть расходуется на дыхание самими растениями, и лишь 40-50% (умеренных зонах) или около 20% (в тропических) – остается доступной для использования консументами, - это **чистая первичная продукция**.

Смена биогеоценоза

Смена биогеоценоза (сукцессия) — это направленная и непрерывная последовательность исчезновения одних популяций и появления других в данном биотопе. Чем полнее круговорот в биогеоценозе, тем он устойчивее и долговечнее. Смена биогеоценозов происходит в направлении от менее устойчивых к более устойчивым.

Формирование биогеоценоза начинается с **заселения первыми организмами** ранее безжизненных территорий. Такими организмами могут быть **лишайники** (животные не могут – т.к. гетеротрофы, высшие растения не могут – т.к. для их развития необходима почва) – они представляют собой самодостаточную систему, состоящую из продуцента – водоросли и консумента – гриба. Они являются пионерами сообщества (вначале накипные лишайники, затем кустистые), постепенно из их остатков и материнской природы накапливается слой почвы, достаточный для поселения высших растений. Чаще поселяются споровые (мхи и папоротниковые), а после этого травы, кустарники и деревья.

Постепенная смена одних видов другими и называется – **экологической сукцессией**.

Ведущее значение в процессе смены биогеоценозов принадлежит растениям, хотя биогеоценозы изменяются как единое целое. Например, на месте лесного озера постепенно образуется торфяное болото. Вследствие отложения торфа водоем мелеет, прибрежная растительность распространяется к его центру. Озеро постепенно превращается в болото, поросшее травой, на котором в дальнейшем появляются кустарники, затем деревья. Одновременно с изменением растительности изменяется и животный мир.

Сообщество, стабильное при отсутствии внешних нарушений, называют **климаксным** (или климаксом), а сообщества, сменяющие друг друга в ходе сукцессии, - **сериальными**.

Для завершения сукцессии требуется сотни и тысячи лет. Завершение сукцессии начавшейся на «голом месте» (они наз. первичными) требуется от 200-300 до 1000 лет.

Если сукцессии начинается на не полностью уничтоженном месте (вырубка леса, пожар, сильная буря, наводнение, снежная лава и др.) – она называется **вторичная**. Вторичная сукцессия идет значительно быстрее, т.к. после повреждения экосистемы может сохраниться генеративный материал (споры, семена, вегетативные органы растений, почвенные животные и т.д.)

Агроценозы

Природные биогеоценозы не могут полностью обеспечить человека продуктами, одеждой и промышленным сырьем, поэтому он создает искусственные экосистемы — **агроценозы**. Агроценозы — это поля, пастбища, сенокосы, лесные посадки, парки, сады. Их относительно высокая продуктивность по сравнению с естественными биогеоценозами обеспечивается интенсивной технологией, подбором высокоурожайных сортов, внесением удобрений, мелиорацией. Таким образом, агроценозы — это экосистемы, которые создает, поддерживает и контролирует человек. Они не способны к саморегуляции, так как характеризуются однотипностью видового состава.

!!! Агроценозы имеют ряд принципиальных отличий от естественных экосистем.

- Помимо солнечной энергии они получают опосредованно через человека *дополнительную энергию*, расходуемую на рыхление и удобрение почвы, мелиорацию и т.п.
- В агроценозах происходит *неполный круговорот веществ*, так как при уборке урожая уносится значительная часть элементов, что компенсируется внесением удобрений.
- В биогеоценозах действует естественный отбор, а в агроценозах — *искусственный*.
- Агроценозы обладают *слабой устойчивостью*, и их сохранение зависит от деятельности человека. Если она прекращается, то искусственное растительное сообщество заменяется природной растительностью. Необработанные поля довольно быстро зарастают сорняками, затем кустарниками, мелколесьем и, наконец — лесом.
- В отличие от природных *не могут саморегулироваться и самовозобновляться*, поэтому существуют один-два года.
- Характеризуются *низким видовым разнообразием*.
- В нее дополнительно вносятся биогенные элементы (калий, фосфор, азот и др.).

Для *повышения продуктивности агроценозов* в настоящее время проводят осушение и орошение почв, борьбу с эрозией (укрепление склонов, безотвальная вспашка, залуживание бывших торфяников), нормированное внесение удобрений, дозированное применение средств для борьбы с вредителями и болезнями растений, с сорняками. Используют высокопроизводительную технику, получают новые высокоурожайные сорта культурных растений, устойчивые к болезням и вредителям, применяют биологические способы борьбы с вредителями, соблюдают научнообоснованные севообороты. В овощеводстве и цветоводстве широко используют теплицы, парники и выращивание овощей без грунта — гидропонику (в качестве субстрата используют гравий, орошаемый растворами солей) и аэропонику (субстрат отсутствует, а корни периодически опрыскивают растворами минеральных солей).

Биосфера.

Возраст Земли оценивается приблизительно в 4,5-5-6 млрд.лет. Современная Земля состоит из разнородных слоев (оболочек).

1. **Ядро.** Делится на внешний (жидкий) и внутренний твердый) слои. Преимущественно состоит из железа. Толщина внешнего расплавленного слоя – 2200 км, а диаметр внутреннего – 2510 км. Наличие расплавленного слоя обусловлено высокими температурой и давлением в глубине планеты.
2. **Мантия.** Состоит из обогащенных железом магматических пород и простирается от поверхности на глубину до 2900 км.
3. **Земная кора.** Это верхний слой твердой земли. Кора образовалась из застывшей расплавленной магмы, а также путем осаждения на дно водных бассейнов частиц пород, разрушенных действием ветра, воды и других факторов, и перекристаллизации изверженных и осадочных пород. **Поверх-**

ностный слой мантии вместе с земной корой называется – литосферой. В ней выделяют три слоя: верхний – осадочный, средний – гранитный и нижний – базальтовый.

4. **Гидросфера.** Составляет одну четырехтысячную долю массы всей Земли. Около 94% всей ее массы – это воды Мирового океана. Из остальных 6% три четверти - подземные воды и четверть – ледники Антарктиды и Гренландии. Прочие ледники и озера составляют очень малую долю.
5. **Атмосфера.** Составляет одну миллионную долю массы всей земли. Сухой воздух состоит из 78% азота, 21% - кислорода, 3% углекислого газа, 0,93% аргона и малых количеств благородных газов и водорода, а также небольшого количества водяных паров, несущих различные активные примеси.

В атмосфере различают:

- **Тропосферу** – нижний слой атмосферы, до 10-12-20 км. Чем больше высота, тем ниже температура и давление.
- **Стратосферу** – слой, простирающийся до 80-100 км от поверхности Земли. Имеет относительно постоянную температуру -40°C. На высоте около 20км в этом слое регистрируется максимальное содержание **озона**.
- **Ионосферу** выше 100км – верхний слой атмосферы, где солнечное излучение производит ионизацию. Условно этот слой занимает до 500 км от поверхности Земли.

Вся область существования и функционирования современных организмов составляет **биосферу**.

Впервые это понятие предложил Ламарк для обозначения всех ныне живущих организмов. Широкое распространение связано с работами **В.И.Вернадского**, который **создал учение о биосфере** (книга «Биосфера» 1926).

Биосфера (по Вернадскому) – это оболочка Земли, которая формировалась с участием живых организмов. Биосфера объединяет все современные биогеоценозы, представляя собой **глобальную экосистему (экосферу)**.

Космическая роль биосферы

Биосферу В.И.Вернадский определяет как наружную область Земного шара, граничащую с Космосом, сосредоточившую в себе жизнь в различных формах ее проявления, пронизывающую **всю гидросферу, верхние слои литосферы и нижние слои атмосферы**, в которой происходит аккумуляция, трансформация световой энергии и совершается геохимическая работа.

Биосфера, как считает В.И.Вернадский, сразу возникла **как система**, состоящая из примитивнейших безъядерных организмов – прокариот и косного вещества. Одни прокариоты питались готовыми органическими веществами - это были гетеротрофные бактерии. Другие же могли использовать энергию химических связей для созидания органического вещества - хемотрофами. Вместе они и создали систему пищевой (трофической) зависимости или биологический круговорот.

В пределах биосферы есть четыре среды жизни: **почва, вода, наземно-воздушная среда и живой организм – как среда обитания**.

Эволюция биосферы обусловлена тесно взаимосвязанными между собой тремя группами факторов: развитием нашей планеты как космического тела и протекающих в ее недрах химических преобразований, биологической эволюции живых организмов и развитием человеческого общества. Биосфера прошла сложный путь развития и сама создала условия для расцвета жизни на Земле.

Структура и границы биосферы

Структура:

- аэроббиосфера – **нижняя часть атмосферы** (до озонового слоя – 15-20км) – тропосферу;
- гидробиосфера – **вся гидросфера**: бентос, планктон, нектон.
- литобиосфера – **верхние горизонты литосферы** (твердой земной оболочки)

Границы:

Верхняя граница теоретически определяется **озоновым слоем**. Нижняя граница озонового слоя – 20км, а верхняя – 60 км, ибо кислород на Земле – это результат жизнедеятельности растений.

Нижняя граница определяется **дном океана Марианской впадины** -11034 м и глубиной литосферы - 6000м по данным сверхглубокого бурения на Кольском полуострове.

Итого: общая толщина биосферы около **17км**.

Функции биосферы:

1. обеспечить круговорот веществ в природе, единство распада и синтеза органического вещества;
2. обеспечить накопление гигантских залежей трансформированной энергии Солнца в виде полезных ископаемых;
3. изменить химизм планеты – из восстановительной в окислительную, возникновение озонового экрана, гумуса плодородной почвы и т.д.

Ресурсы биосферы

Неисчерпаемые: космос, водные ресурсы планеты, энергия Солнца, приливов и отливов, климатические ресурсы, гравитация.

Исчерпаемые:

- **возобновимые:** травы, животные, минералы почвы;
- **относительно возобновимые:** чистый воздух, водные ресурсы в регионе, продуктивно – пригодная почва, леса, экосистемы;
- **невозобновимые:** ископаемые руды, ископаемое топливо, природно-биологические ресурсы, Земля в естественном виде.

Природные ресурсы биосферы

Часть ресурсов биосферы, которая на данном уровне развития производительных сил и изученности могут быть использованы для удовлетворения потребностей человеческого общества, называют **природными ресурсами**. Практически – это сырье и топливо необходимое для производства продуктов потребления на том этапе, если они необходимы. Поэтому объем их меняется в зависимости от района Земного шара уровня развития общества. Нефть раньше не была нужна, потом нашли и использовали только в земле, сейчас и в донных отложениях Мирового океана и Каспийского моря.

В. И. Вернадский выделяет **основные типы вещества в структуре биосферы**: живое, биогенное, биокосное, косное вещество, радиоактивную энергию Земли, солнечную энергию и др.:

- **живое вещество**, образованное совокупностью организмов, которые образуют общую биомассу планеты; масса живого вещества составляет всего 0,01- 0,02 % от косного вещества биосферы. Если живое вещество равномерно распределить по поверхности Земли, оно покроет ее слоем всего в 2 см толщиной. Но именно живое вещество играет ведущую роль в биогеохимических процессах благодаря энергетической функции. Они берут вещество и энергию из окружающей среды.
- **биогенное вещество**, которое создается в процессе жизнедеятельности организмов (гумус почвы, кислород и углекислый газ атмосферы и гидросферы, каменный уголь, известняки, торф и др.);
- **косное вещество**, образующееся без участия живых организмов (это оболочки земли: атмосфера, гидросфера, литосфера, которые являются средой обитания основные породы, лава вулканов);
- **биокосное вещество**, представляющее собой совместный результат жизнедеятельности организмов и абиогенных процессов (так с участием живого вещества преобразуется вода биосферы, атмосфера, почва и т.д.);
- **вещество космического происхождения** - Солнце - высокоэнергетическое излучение из Космоса, магнитное поле, космические излучения, радиационный фон: продукты радиоактивного распада радионуклидов (уран, торий) метеориты.

Функции биосферы

Деятельность живого вещества можно свести к следующим основополагающим **функциям биосферы**:

- ✓ **Энергетическая** – состоит в усвоении живыми автотрофными организмами внешней энергии (световой) и последующей ее передачи по пищевой цепи. Это деятельность фототрофов и хемотрофов.
- ✓ **Газовая** – осуществляется зелеными растениями и проявляется в выделении организмами газов и их преобразовании (кислород, углекислый газ и восстановление азота). В процессе фотосинтеза растения выделяют кислород, в процессе дыхания – растения и животные – углекислый газ.
- ✓ **Концентрационная** – избирательное поглощение и накопление организмами определенных химических элементов, рассеянных во внешней среде. Бурые водоросли накапливают йод, диатомовые водоросли и злаки – кремний, фиалки – цинк, листья моркови – селен, фораминиферы – кальций. При отмирании эти вещества освобождаются, но остаются на месте, в результате образуются более или менее крупные скопления в различных участках земной коры.

- ✓ **Биохимическая** – в ходе метаболизма в организмах происходят разнообразные биохимические реакции, которые глубоко изменяют строение реагирующих веществ.
- ✓ **Окислительно–восстановительная** – осуществляется в процессе окисления организмами одних веществ с образованием различных соединений (оксидов, солей) и восстановлением других (азот, серное железо). Эта функция связана с газовой. Цепь окислительно–восстановительных реакций происходит при фотосинтезе, хемосинтезе, дыхании. Эти реакции лежат в основе метаболизма живых организмов.
- ✓ **Деструкционная** - проявляется в разложении организмов и возвращении в круговорот химических элементов.

Свойства живого определяются большими запасами в нем энергии.

Круговорот веществ в биосфере. Биогеохимические циклы. Взаимосвязь и регуляция основных циклов в биосфере.

Вернадский первым сформулировал тезис о важнейшей роли живых организмов (живого вещества) в формировании и поддержании физико–химических свойств оболочек Земли. В его понятии биосфера - целостная функциональная система, на уровне которой реализуется неразрывная связь геологических и биологических процессов. В поддержании жизни как планетного явления важнейшее значение имеет разнообразие форм жизни, отличающихся набором потребляемых веществ и выделяемых в окружающую среду продуктов жизнедеятельности.

Биологическое разнообразие – основа формирования устойчивых биогеохимических циклов вещества и энергии в биосфере Земли.

Все химические элементы живой материи циркулируют в биосфере по характерным путям, переходя из внешней среды в организмы, а затем возвращаясь во внешнюю среду. Эти замкнутые пути называют **биогеохимическими циклами** (или **круговоротами**).

Круговорот веществ имеет циклический характер, это повторяющийся процесс превращения и перемещения веществ в природе. Различают два основных круговорота веществ: большой (геологический) и малый (биотический).

Большой круговорот длится миллионы лет и заключается в постепенном разрушении горных пород, после чего растворимые вещества уносятся в Мировой океан и образуют пласты морских отложений. Когда в ходе геотектонических изменений перемещаются и сталкиваются материки, происходит подъем морского дна, осадочные пласты вновь оказываются на поверхности суши и процесс повторяется. Если в транспорте веществ большую роль играют живые организмы, имеет место **биогеохимический круговорот**, как часть большого круговорота и происходит на уровне биогеоценоза. Суть его в том, что растения аккумулируют в себе минеральные вещества из почвы и воздуха и используют их для синтеза органических веществ. Через цепи питания элементы мигрируют в организмы консументов и после распада редуцентами вновь возвращаются в неорганическую среду. Полный оборот химических веществ из абиотической среды через растительные и животные организмы обратно в неорганическую среду с использованием световой энергии называется **биогеохимическим циклом**.

В соответствии с направлением миграции вещества различают два типа круговорота (или цикла): газовые с обширным резервным фондом неорганических веществ в атмосфере и океанах (круговорот азота, кислорода, углекислого газа, воды и др.) и осадочные, которые образуют локальный резервный фонд в земной коре (круговорот кальция, железа, серы).

Наличие больших резервных фондов (в виде атмосферы или океана) в круговоротах углерода, кислорода, азота способствует быстрой саморегуляции биогеохимических циклов при различных местных нарушениях по принципу обратной связи.

Круговорот углерода

Углерод обязательный компонент всех органических веществ, поэтому его циркуляция в значительной степени зависит от деятельности живого –особенно зеленых растений. В ходе фотосинтеза происходит ассимиляция CO_2 и образование углеводов. При дыхании происходит обратный процесс. Дыхание и фотосинтез обеспечивают циркуляцию углерода. Горение угля - избыток CO_2 - быстро рассеивается в атмосфере или больше начинает потребляться растениями, или превращается в карбонаты в море (создается резервный фонд). Биотический цикл миграции углерода длится 8 лет.

Круговорот азота

Большинство живых организмов не могут использовать атмосферный азот, который составляет 80% атмосферы. Его усвоение и превращение в доступную форму происходит за счет азотфиксирующих бакте-

рий и цианобактерий. В живых организмах азот входит в состав аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, АТФ. При разложении органических остатков под действием микроорганизмов образуется аммиак, который усваивается растениями и превращается в нитриты и нитраты при помощи нитрифицирующих бактерий. Возвращение азота в атмосферу происходит за счет активности денитрифицирующих бактерий. Биотический цикл миграции азота длится 110 лет.

Круговорот воды

Вода легко переходит из одного агрегатного состояния в другое. Испаряясь с водных поверхностей, она входит в состав атмосферы, водяной пар конденсируется и выпадает в виде осадков. Дождевая вода размывает горные породы, верхний слой почвы, унося взвешенные частицы в водоемы и грунтовые воды. В круговорот включаются воды, которые поступают при извержении вулканов и гейзеров, а также живыми организмами (с потом, с мочой, с фекалиями, при транспирации растений).

Однако, саморегуляция имеет свои пределы.

Осадочным циклам характерно, что основная масса вещества сосредоточена в относительно малоподвижном резервном фонде – в земной коре. Поэтому круговорот таких элементов как фосфор, железо, значительно менее самоконтролируем и легко нарушается даже при небольших местных помехах.

Антропогенное вмешательство ускоряет движение многих веществ, но их круговороты становятся менее совершенными, и часто процесс теряет цикличность. В одном месте – недостаток веществ, в другом – избыток. Из шахты породу изымают, а вокруг отходами загрязняют внешнюю среду. Чем больше удобрений, тем больше их в водоемах, тем больше зарастание таких водоемов. Усилия по охране природных ресурсов должны быть направлены на то, чтобы превратить нециклические процессы в циклические. ***Принять все силы, чтобы обеспечить (как это делает биосфера) круговорот веществ на занимаемой территории и повторное их использование.***

Основные экологические проблемы:

- **парниковый эффект и изменение климата.** Созданию парникового эффекта способствуют природный газ и каменный уголь, при сжигании которых образуется углекислый газ, который и создает парниковый эффект. Падающие на землю лучи согревают ее поверхность и рассеиваются в атмосфере. Повышение концентрации CO_2 , связанное с ростом промышленности, транспорта, приводит к задержанию теплового излучения у поверхности Земли, что ведет к постепенному повышению среднегодовых температур. Загрязнение атмосферы метаном приводит к «парниковому эффекту».
- **Смог** – смесь газов, образующихся при антропогенном загрязнении выхлопными и промышленными выбросами под действием света в нижних слоях атмосферы. Под действием света в загрязненном воздухе образуются различные токсические вещества, вредные для здоровья людей и живых организмов.
- **Кислотные дожди** образуются за счет газов антропогенного происхождения. Выбросы оксидов серы – металлургическими предприятиями, и оксидов азота – промышленностью.
- **«озоновые дыры»** - это разрушение а озоновом слое атмосферы. Озон (O_3) защищает все живое от губительного действия коротковолнового УФ-излучения. Главная причина разрушения – действие фторхлоруглеродов и фторсодержащих соединений, используемых в холодильной промышленности и производстве аэрозолей (фреон).
- **загрязнение природных вод и истощение почвы** – сбросы промышленных предприятий, смывы сельскохозяйственных удобрений, в морях – аварии нефтяных танкеров.
- **сокращение биоразнообразия.** В результате расчистки площадей для сельскохозяйственных угодий, загрязнения среды, вырубки лесов – происходит вымирание животного мира.
- **рост народонаселения.** В настоящее время на Земле живет 6 млрд человек. За последние 40 лет человечество выросло более чем вдвое. К 2025 г на Земле будет около 9,5 млрд человек. Рост населения требует расширения промышленного производства. Нагрузка на окружающую среду увеличивается.
- **ухудшение качества жизни человечества.**

Ноосфера

Новое состояние биосферы – **ноосфера**. В ней человек становится крупнейшей геологической силой.

Это оболочка Земли, в которой разумная сознательная деятельность человека становится определяющим фактором развития.

Понятие ноосферы, как сферы разума, было введено Э.Леруа и П.Тейяром де Шарденом в 1927г. Учение о ноосфере разработано В.И.Вернадским в 40-х гг. XXв.: «Под влиянием научной мысли и человеческого труда биосфера переходит в новое состояние – ноосферу».