

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**"МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ" (МГТУ ГА)**

---

Кафедра безопасности полётов и жизнедеятельности

**Смирнова Ю.В.**

## ***ЭКОЛОГИЯ***

**ПОСОБИЕ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ЭКОЛОГИЯ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**  
**160505 «АЭРОНАВИГАЦИОННОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА»**

Москва – 2009

Рецензент д-р техн. наук, проф. Е.Е.Нечаев

Смирнова Ю.В.

Экология. Учебное пособие по изучению дисциплины «Экология» для студентов специальности 160505 «Аэронавигационное обслуживание и использование воздушного пространства» / Ю.В. Смирнова – М.: МГТУ ГА, 2009. - 50.

Редактор .....

---

УП № ..... от .....		Подписано в печать ... .. 2009 г.
Печать офсетная	Формат 60x84/16	... уч. - изд. л.
.... Усл. печ. л.	Заказ № .../..	Тираж 100 экз.

---

Московский государственный технический университет ГА

Редакционно-издательский отдел  
125993, Москва, ул. Пулковская, д. ба

© Московский государственный  
технический университет ГА, 2009

## Содержание:

Предмет и задачи экологии.....	4
Учение Вернадского о биосфере.....	5
Классификация экологических факторов.....	7
Экосистема.....	13
...	
Биотическая структура экосистемы.....	17
Принцип функционирования экосистем.....	21
Кругооборот веществ в биосфере.....	23
Биотический потенциал и сопротивление среды.....	25
Экологическая ниша.....	28
Адаптация, изменение или вымирание экосистем.....	29
Экологический менеджмент.....	31
Характеристика атмосферы и виды загрязнений.....	35
Правовой режим природопользования и охраны окружающей среды.....	38
Виды ответственности за экологические правонарушения.....	40
Основы рационального природопользования.....	43

Основные принципы создания безотходных производств.....	44
План практических занятий.....	45
Список литературы для самостоятельной подготовки.....	46
Приложение 1-Темы докладов.....	47
Приложение 2-Контрольные вопросы для подготовки к экзамену.....	48

### **Предмет и задачи экологии**

Существование человека неразрывно связано с определенными условиями среды (температура, влажность, состав воздуха, качество воды, состав пищи и др.). Эти требования вырабатывались в течение многих тысячелетий существования человека. Понятно, что при резком изменении этих факторов или отклонении от нормы, требуемой организму, возможны нарушение обмена веществ и, как крайний случай, несовместимость с жизнью человека. Невозможно охранять природу, пользоваться ею, не зная как она устроена, по каким законам существует и развивается, как реагирует на воздействие человека. Все это и является предметом экологии.

Термин "экология" предложен в 1869 г. Э. Геккелем (немецкий естествоиспытатель). От греческого "ойкос" - дом, "логос" - наука. Как научная дисциплина «экология» имеет более чем вековую историю. Систематические экологические исследования ведутся приблизительно с 1900 г. Основы экологии можно найти в научных трудах ученых прошлого века (Гумбольдт, Ламарк, Северцев и др.). В развитие экологии значительный вклад внесли русские ученые: Вавилов, Сукачев, Павловский, Шварц, Колесников и др.

Особая заслуга принадлежит В. И. Вернадскому.

В современном понимании экология - наука о взаимоотношениях между живыми организмами и средой их обитания. Кроме того, экология классифицируется по конкретным объектам и средам исследования (рис.1).

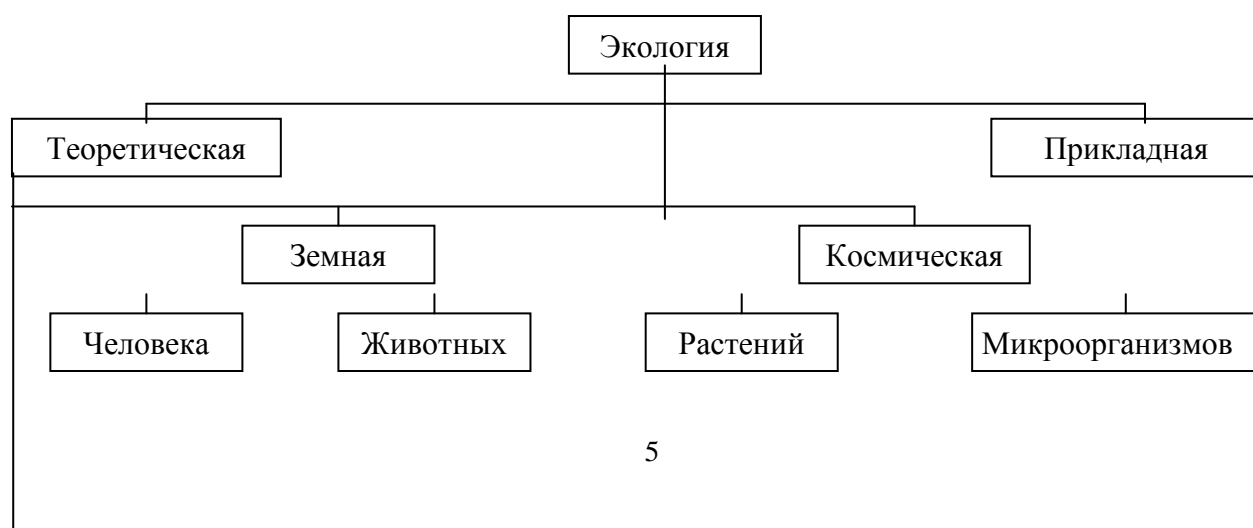
Выделяют экологию человека, животных, растений и микроорганизмов. В свою очередь эти группы можно исследовать на уровне особи или сообщества, а можно в воде, почве или атмосфере, в земных условиях или космических. Живые организмы обитают в условиях тропической, умеренной и полярной зон, а также в естественных, измененных или антропогенных (созданных человеком) системах, кроме этого, можно учитывать загрязненность или незагрязненность среды.

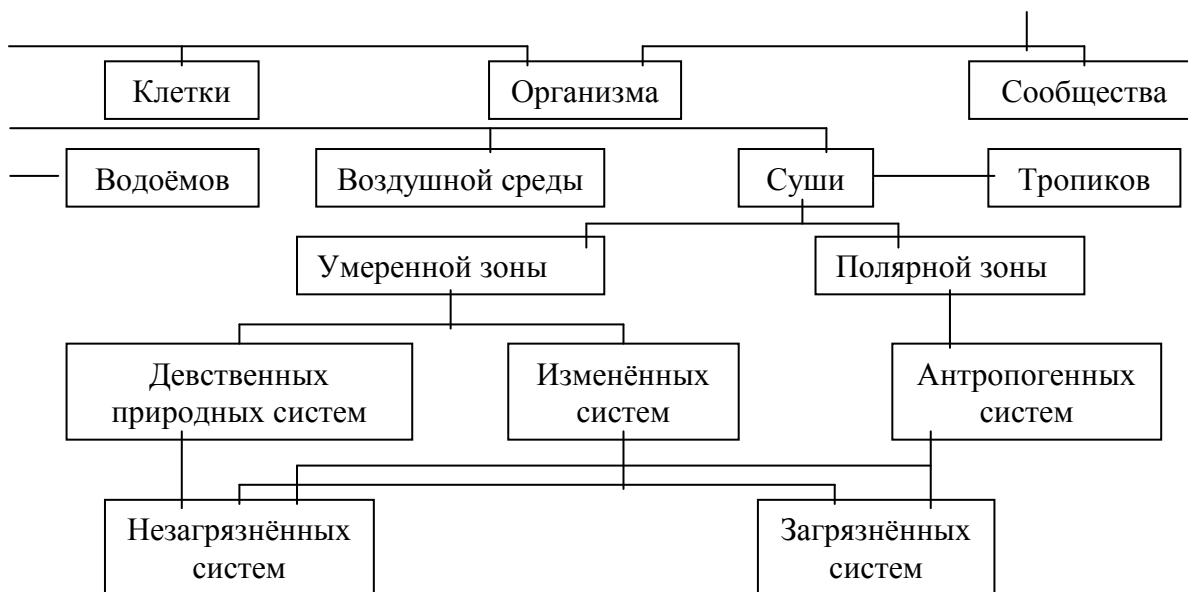
Экология как наука основана на разных отраслях биологии (физиология, генетика, биофизика), связана с другими науками (физика, химия, математика, география, геология), использует их методы и термины. В связи с этим появились в последние годы понятия "географическая экология", "химическая экология", "математическая экология", "космическая экология" и "экология человека". Взаимоотношениями человека и машины в условиях промышленных предприятий занимается охрана труда.

Задачи экологии как учебной дисциплины в техническом вузе гораздо уже. В процессе профессиональной деятельности будущий специалист - инженер неизбежно будет влиять на окружающую среду и живущие в ней живые организмы. Следовательно, от того, насколько он понимает и владеет законами природы и ее структурой, будет зависеть устранение негативных последствий производства, в котором он работает.

Таким образом, задачи экологии применительно к деятельности инженера промышленного производства или проектно-конструкторского предприятия могут быть следующие:

1. Оптимизация технологических и конструкторских решений, исходя из минимального ущерба окружающей среде.
2. Прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий действующих и проектируемых предприятий на окружающую среду.
3. Своевременное выявление и корректировка технологических процессов, наносящих ущерб окружающей среде.
4. Создание систем переработки отходов промышленности.





**Рис.1. Классификация экологии**

### Учение Вернадского о биосфере

Перед современным обществом стоит задача сохранить природные богатства сегодня и предупредить отрицательные последствия в будущем. Для этого необходимо изучить многообразные процессы, постоянно протекающие в природе. Основой является учение о биосфере Земли.

Биосфера (био-жизнь) - часть Земли, в которой развивается жизнь организмов, населяющих поверхность суши, нижние слои атмосферы и гидросферу.

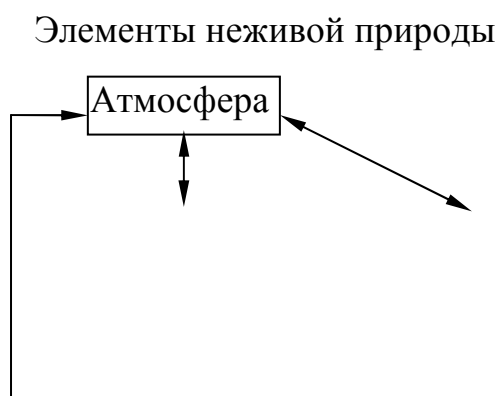
Таким образом, биосфера включает в себя:

1. Живые организмы (растения, животные, микроорганизмы);
2. Тропосферу (нижний слой атмосферы);
3. Гидросферу (океаны, моря, реки и т.д.);
4. Литосферу (верхняя часть земной коры).

Возраст биосферы приблизительно 4 млрд. лет.

Термин "биосфера" введен в 1875 г. австрийским геологом Зюссом. Основоположник современного учения - русский ученый Вернадский Владимир Иванович (1863 -1945 гг.).

Суть этого учения: биосфера - это качественно своеобразная оболочка Земли, развитие которой в значительной мере определяется деятельностью живых организмов. Биосфера представляет собой результат взаимодействия живой и неживой природы. Элементы неживой природы связаны воедино с помощью живых организмов (рис. 2).



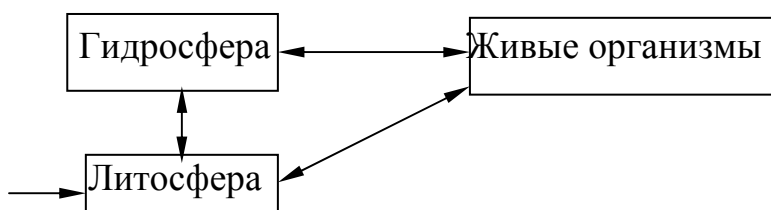


Рис. 2. Схема строения биосферы

Нижняя часть биосферы распространяется на 3 км на суше и на 2 км ниже дна океана. Верхняя граница - озоновый слой, выше которого УФ излучения солнца исключают органическую жизнь. Толщина - несколько миллиметров. Основой органической жизни является углерод (С).

Решающее значение в истории образования биосферы имело появление на Земле растений, которые в процессе фотосинтеза синтезируют органические вещества из  $CO_2$  и  $H_2O$  под действием солнечного света. В результате фотосинтеза ежегодно образуется 100 млрд. тонн органического вещества. Именно благодаря растениям на Земле получили развитие различные виды животных, и осуществляется обмен веществом и энергией между живой и неживой природой.

Основой динамического равновесия и устойчивости биосферы являются кругооборот веществ и превращение энергии.

Вернадский В.И. выделяет в биосфере глубоко отличные и в то же время генетически связанные части:

1. Живое вещество - живые организмы;
2. Биогенное вещество - продукты жизнедеятельности живых организмов (каменный уголь, нефть и т.п.);
3. Косное вещество - горные породы (минералы, глины...);
4. Биокосное вещество - продукты распада и переработки горных и осадочных пород живыми организмами (почвы, ил, природные воды);
5. Радиоактивные вещества, получающиеся в результате распада радиоактивных элементов (радий, уран, торий и т.д.);
6. Рассеянные атомы (химические элементы), находящиеся в земной коре в рассеянном состоянии;
7. Вещество космического происхождения - метеориты, протоны, нейтроны, электроны.

Живое вещество - это совокупность и биомасса живых организмов в биосфере (табл. 1).

Таблица 1

**Биомассы организмов Земли**

Среда	Организмы	Масса, $10^{12}$ т	%
Суша	Растения	2,4	99,04
	Животные	0,02	0,825

Океаны	Растения	0,0002	0,008
	Животные	0,003	0,124
Суммарный	Общая биомасса	2,4232	100

В процессе развития биосферы выделяют 3 этапа :

1. Биосфера (где человек воздействовал на природу незначительно. Возраст человечества примерно 1,5 млн. лет);

2. Биотехносфера.

Современная биосфера - это результат длительной эволюции органического мира и неживой природы. Человеческое общество - это один из этапов развития жизни на Земле. Деятельность человека следует рассматривать как составную часть биосферы. Техника - это качественно новый этап ее развития. Возникают вопросы:

- каким путем пойдет развитие человека и биосферы в будущем;
- какими средствами избежать необратимых последствий в природе.

Предотвратить изменения невозможно. Очевидно, что следует научиться управлять процессами между человеком и природой так, чтобы они были взаимовыгодны;

3. Ноосфера - сфера разума.

Это понятие ввел французский математик и философ Ле-Руа в 1927 г., а обосновал Вернадский В.И. в 1944 г. Это высшая стадия развития биосферы, когда разумная деятельность человека становится главным фактором развития. В ноосфере человек становится крупной геологической силой, он перестраивает своим трудом и мыслью область своей жизни. Человек неразрывно связан с биосферой, уйти из нее не может. Его существование - есть функция биосферы, которую он неизбежно изменяет.

### **Классификация экологических факторов**

С экологических позиций среда - это природные тела и явления, с которыми организм находится в прямых или косвенных отношениях. Окружающая организм среда характеризуется огромным разнообразием, слагаясь из множества динамичных во времени и пространстве элементов, явлений, условий, которые рассматриваются в качестве факторов.

Экологический фактор - это любое условие среды, способное оказывать прямое или косвенное влияние на живые организмы. В свою очередь организм реагирует на экологический фактор приспособительными реакциями.

Экологические факторы среды, с которыми связан любой организм, делятся на две категории:

1. Факторы неживой природы (абиотические);
2. Факторы живой природы (биотические).

Абиотические:

- климатические (свет, влага, давление, температура, движение воздуха);



- почвенные (состав, влагоемкость, плотность, воздухопроницаемость);
- орографические (рельеф, высота над уровнем моря, экспозиция склона);
- химические (составы газового воздуха, солевой состав воды, кислотность).

#### Биотические:

- фитогенные (растения);
- зоогенные (животные);
- микробиогенные (вирусы, бактерии);
- антропогенные (деятельность человека).

#### Абиотические факторы наземной среды

##### 1. Лучистая энергия солнца

Солнечная энергия - основной источник энергии на Земле, основа существования живых организмов (процесс фотосинтеза).

Количество энергии у поверхности Земли -  $21 \cdot 10^{23}$  кДж на экваторе (солнечная постоянная). Уменьшается к полюсам примерно в 2,5 раза. Также количество солнечной энергии зависит от периода года, продолжительности дня, прозрачности атмосферного воздуха (чем больше пыли, тем меньше солнечной энергии). На основе радиационного режима выделяют климатические пояса (тундра, леса, пустыни и т. д.).

##### 2. Освещение

Определяется годовой суммарной солнечной радиацией, географическими факторами (состояние атмосферы, характер рельефа и т. д.). Свет необходим для процесса фотосинтеза, определяет сроки цветения и плодоношения растений. Растения подразделяются на:

- светолюбивые - растения открытых, хорошо освещаемых мест;
- тенелюбивые - нижние ярусы лесов (зеленый мох, лишайник);
- тепловыносливые - хорошо растут на свету, но и переносят затенение.

Легко подстраиваются под световой режим.

Для животных световой режим не является таким необходимым экологическим фактором, но он нужен для ориентации в пространстве. Поэтому различные животные имеют различную конструкцию глаз. У беспозвоночных - самая примитивная, у других - очень сложная. У постоянных обитателей пещер может отсутствовать. Гремучие змеи видят инфракрасную часть спектра, поэтому охотятся ночью.

##### 3. Температура

Один из важнейших абиотических факторов прямо или косвенно влияющий на живые организмы.

Температура непосредственно влияет на жизнедеятельность растений и животных, определяя их активность и характер существования в конкретных ситуациях. Особенно заметное влияние оказывает  $t^0$  на фотосинтез, обмен веществ, потребление пищи, двигательную активность и размножение. Например, у

картофеля максимальная продуктивность фотосинтеза при  $+20^{\circ}\text{C}$ , а при  $t = 48^{\circ}\text{C}$  полностью прекращается.

В зависимости от характера теплообмена с внешней средой организмы делятся:

- Организмы, температура тела которых равна  $t^{\circ}$  окружающей среды, т.е. меняется в зависимости от  $t^{\circ}$  окружающей среды, нет эффективного механизма терморегуляции (растения, рыбы, рептилии). Растения понижают  $t^{\circ}$  за счет интенсивного испарения; при достаточном снабжении водой в пустыне - уменьшается  $t^{\circ}$  листьев на  $15^{\circ}\text{C}$ .

- Организмы с постоянной температурой тела (млекопитающие, птицы), более высокий уровень обмена веществ. Существует теплоизоляционный слой (мех, перья, жир),  $t^{\circ} = 36-40^{\circ}\text{C}$ .

- Организмы с постоянной температурой (еж, барсук, медведь), период активности сопровождается постоянной температурой тела, а при зимней спячке – значительно понижается, т.к. происходит потеря энергии.

Также выделяют организмы, способные переносить колебания температуры в широких пределах (лишайники, млекопитающие, северные птицы) и организмы, существующие только при определенных температурах (глубоководные организмы, водоросли полярных льдов).

#### 4. Влажность атмосферного воздуха

Наиболее богаты влагой нижние слои атмосферы (до высоты 2 км), где концентрируется до 50% всей влаги, количество водяного пара, содержащегося в воздухе, зависит от температуры воздуха.

#### 5. Атмосферные осадки

Это дождь, снег, град и т.п. Осадки определяют перемещение и распространение вредных веществ в окружающей среде. В общем кругообороте воды наиболее подвижны именно атмосферные осадки, т.к. объем влаги в атмосфере меняется 40 раз за год. Основными условиями возникновения осадков являются: температура воздуха, движение воздушных масс, рельеф.

Существуют следующие зоны в распределении осадков по земной поверхности:

- *Влажная экваториальная.* Осадков более 2000 мм/год, например, бассейны рек Амазонка, Конго. Максимальное количество осадков - 11684 мм/год - о. Кауан (Гавайские острова), 350 дней в году идет дождь. Здесь располагаются влажные экваториальные леса - самый богатый тип растительности (более 50 тысяч видов).

- *Сухая зона тропического пояса.* Осадков менее 200 мм/год. Пустыня Сахара и т.п. Минимальное количество осадков - 0,8 мм/год - пустыня Атакама (Чили, Южная Америка).

- *Влажная зона умеренных широт.* Осадков более 500 мм/год. Лесная зона Европы, Северная Америка, Сибирь.

• *Полярная область*. Незначительное количество осадков - до 250 мм/год (низкая температура воздуха, низкое испарение). Арктические пустыни с бедной растительностью.

#### 6. Газовый состав атмосферы

Состав ее практически постоянен и включает: азот, кислород, углекислый газ, аргон и другие газы, частицы воды, пыль.

#### 7. Движение воздушных масс (ветер)

Максимальная скорость ветра примерно 400 км/ч - ураган (штат Нью-Гемпшир, США).

Ветровой напор - направление ветра в сторону меньшего давления. Ветер переносит примеси в атмосфере.

#### 8. Давление атмосферы

760 мм ртутного столба или  $10^5$  кПа.

#### Абиотические факторы почвенного покрова

Почва - это поверхностный слой земной коры, который образуется и развивается в результате взаимодействия растений, животных, микроорганизмов, горных пород и является самостоятельной экосистемой.

Важнейшим свойством почвы является плодородие, т.е. способность обеспечивать рост и развитие растений. Это свойство представляет исключительную ценность для жизни человека и других организмов. Почва является составной частью биосферы и энергии в природе, поддерживает газовый состав атмосферы.

Состав почвы: твердые частицы, жидкость (вода), газы (воздух -  $O_2$ ,  $CO_2$ ), растения, животные, микроорганизмы, гумус.

Толщина почвы: 0,5м - тундра, горы; 1,5м - на равнинах.

1 см почвы образуется примерно за 100 лет.

#### Типы почв:

1. Арктические и тундровые (гумус до 1 -3 %)
2. Подзолистые (хвойные леса, гумус до 4-5 %).
3. Черноземы (степь, гумус до 10 %).
4. Каштановые (в сухих степях, гумус до 4%).
5. Серо-бурые (пустыни субтропические пояса, гумус 1-1,5%).
6. Красноземы (влажный субтропический лес, гумус до 6 %).

Гумус - органическое вещество почвы, образующееся в результате биохимического разложения растительных и животных остатков, которое накапливается в верхнем слое почвы. Главный источник питания растений. В гумусе также накапливаются микроэлементы. В процессе эксплуатации почв количество гумуса уменьшается, поэтому необходимо вносить различные удобрения.

#### Физические свойства:

1. Механический состав - содержание частиц различного диаметра.
2. Плотность.
3. Теплоемкость, теплопроводность.
4. Влагоемкость, влагопроницаемость.
5. Аэрация - способность насыщения почвы воздухом (рыхление почвы).

#### Химические свойства:

##### 1. Химический состав:

- до 50 %  $\text{SiO}_2$ - кремнезем;
- до 25 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$  - глинозем;
- до 10 %- оксиды Fe;
- остальное - оксиды Ca, K, Mg, P и т.д.

##### 2. Кислотность.

##### 3. Содержание вредных веществ (пестициды, тяжелые металлы и т.д.).

#### Влияние кислотности на растения:

- Обитают на кислых почвах ( $\text{pH} < 6,7$ ) карликовая береза, хвощ, некоторые мхи.
- Нейтральные ( $\text{pH} 6,7 - 7,0$ ) большинство культурных растений.
- На щелочных почвах ( $\text{pH} > 7,0$ ) степные и пустынные растения (лебеда, полынь).
- Могут расти на любой почве (ландыш, вьюн, земляника лесная).

### Абиотические факторы водной среды

Водная оболочка Земли называется гидросферой, и включает океаны, моря, реки, озера, болота, ледники и т.д. Вода занимает преобладающую часть биосферы Земли (71% земной поверхности). Средняя глубина - 3554м, вес 0,022% веса планеты, площадь - 1350 млн. км<sup>2</sup> - океаны, 35 млн. км<sup>2</sup> - пресные воды.

Абиотические факторы водной среды - это физические и химические свойства воды как среды обитания живых организмов.

#### Физические свойства:

##### 1. Плотность

Плотность как экологический фактор определяет условия передвижения организмов, причем некоторые из них (головоногие моллюски, ракообразные и т.д.), обитающие на больших глубинах, могут переносить давление до 400 - 500 атмосфер. Плотность воды также обеспечивает возможность опираться на нее, что особенно важно для бесскелетных форм (планктон).

##### 2. Температура

Изменение температуры происходит в зависимости от глубины водоёма,

а также суточных и сезонных колебаний.

Температурный режим водоемов более устойчив, чем на суше, что связано с высокой теплоемкостью воды. Например, колебания температуры в верхних слоях океана – 10-15°C, в более глубоких слоях – 3 - 4°C.

### 3. Световой режим

Играет важную роль в распределении водных организмов. Водоросли в океане обитают в освещаемой зоне, чаще всего на глубине до 40 м, если прозрачность воды велика, то и до 200 м. У Багамских островов обнаружены водоросли на глубине 265 м, а туда доходит всего  $5 \cdot 10^{-6}$  солнечного света.

С глубиной меняется и окраска животных. Наиболее ярко и разнообразно окрашены обитатели мелководной части океана. В глубоководной зоне распространена красная окраска, здесь она воспринимается, как черный цвет, что позволяет животным скрываться от врагов. В наиболее глубоководных районах Мирового океана в качестве источника света организмы используют свет, испускаемый живыми существами (билюминесценция).

4. Подвижность - постоянное перемещение водных масс в пространстве.

### 5. Прозрачность

Зависит от содержания взвешенных частиц. Самое чистое - море Уэддела в Антарктиде, видимость 80м (прозрачность дистиллированной воды).

### Химические свойства:

1. Соленость воды - содержание растворенных сульфатов, хлоридов, карбонатов. В океане 35 г/л солей. Черное море - 19 г/л.

Пресноводные виды не могут обитать в морях, а морские - в реках. Однако такие рыбы, как лосось, сельдь всю жизнь проводят в море, а для нереста поднимаются в реки.

2. Количество растворенного  $O_2$  и  $CO_2$  ( $O_2$  - для дыхания).

### 3. Кислая, нейтральная, щелочная среды

Все обитатели приспособились к определенным кислотно-щелочным условиям. Их изменение в результате загрязнения может привести к гибели организмов.

### Биотические факторы

Биотические факторы - это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а также на неживую природу.

Классификация биотических взаимодействий:

1. Нейтрализм - ни одна популяция не влияет на другую.

2. Конкуренция - это использование ресурсов (пищи, воды, света, пространства) одним организмом, который тем самым уменьшает доступность этого ресурса для другого организма.

Конкуренция бывает внутривидовая и межвидовая. Если численность популяции невелика, то внутривидовая конкуренция выражена слабо и ресурсы

имеются в изобилии. При высокой плотности популяции интенсивная внутривидовая конкуренция снижает наличие ресурсов до уровня, сдерживающего дальнейший рост, тем самым регулируется численность популяции.

Межвидовая конкуренция - взаимодействие между популяциями, которое неблагоприятно сказывается на их росте и выживаемости. При завозе в Британию из Северной Америки каролинской белки уменьшилась численность обыкновенной белки, т.к. каролинская белка оказалась более конкурентноспособной.

Конкуренция бывает прямая и косвенная.

Прямая - это внутривидовая конкуренция, связанная с борьбой за место обитания, в частности, защита индивидуальных участков у птиц или животных, выражающаяся в прямых столкновениях. При недостатке ресурсов возможно поедание животных особей своего вида (волки, рыси, хищные клопы, пауки, крысы, щука, окунь и т.д.).

Косвенная - между кустарниками и травянистыми растениями в Калифорнии. Тот вид, который обосновался первым, исключает другой тип. Быстро растущие травы с глубокими корнями снижали содержание влаги в почве до уровня непригодного для кустарников. А высокой кустарник затенял травы, не давая им произрастать из-за нехватки света.

3. Паразитизм - один организм (паразит) живёт за счёт питания тканями или соками другого организма (хозяина); тесно связан в своём жизненном цикле. Паразитов различают по месту обитания:

- находятся на поверхности хозяина. Блохи, вши, клещи - животные. Тля, мучнистая роса - растения. У паразита имеются специальные приспособления (крючки, присоски и т.п.);

- внутри хозяина. Вирусы, бактерии, примитивные грибы - растения. Высокая плодовитость. Не приводят к гибели хозяина, но угнетают процессы жизнедеятельности.

4. Хищничество - поедание одного организма (жертвы) другим организмом (хищником).

Хищники могут поедать травоядных животных, а также слабых хищников. Хищники обладают широким спектром питания, легко переключаются с одной добычи на другую, более доступную.

Хищники часто нападают на слабые жертвы. Норка уничтожает больных и старых ондатр, а на взрослых особей не нападает.

Поддерживается экологическое равновесие между популяциями жертва-хищник.

5. Симбиоз - сожительство двух организмов разных видов, при котором организмы приносят друг другу пользу. По степени партнерства симбиоз бывает:

комменсализм - один организм питается за счет другого, не нанося ему вреда. Рак - актиния. Актиния прикрепляется к раковине, защищая его от врагов, и питается остатками пищи;

мутуализм - оба организма получают пользу, при этом они не могут существовать друг без друга. Лишайник-гриб + водоросль. Гриб защищает водоросль, а водоросль кормит его.

В естественных условиях один вид не приведёт к уничтожению другого вида.

## Экосистема

Экосистема - это совокупность совместно обитающих разных видов организмов и условий их существования, находящихся в закономерной взаимосвязи друг с другом (рис. 3).

Термин предложен в 1935 г. английским экологом Тенсли. Самая большая экосистема - биосфера Земли, далее по уменьшению: суша, океан, тундра, тайга, лес, озеро, пень от дерева, горшок с цветами.

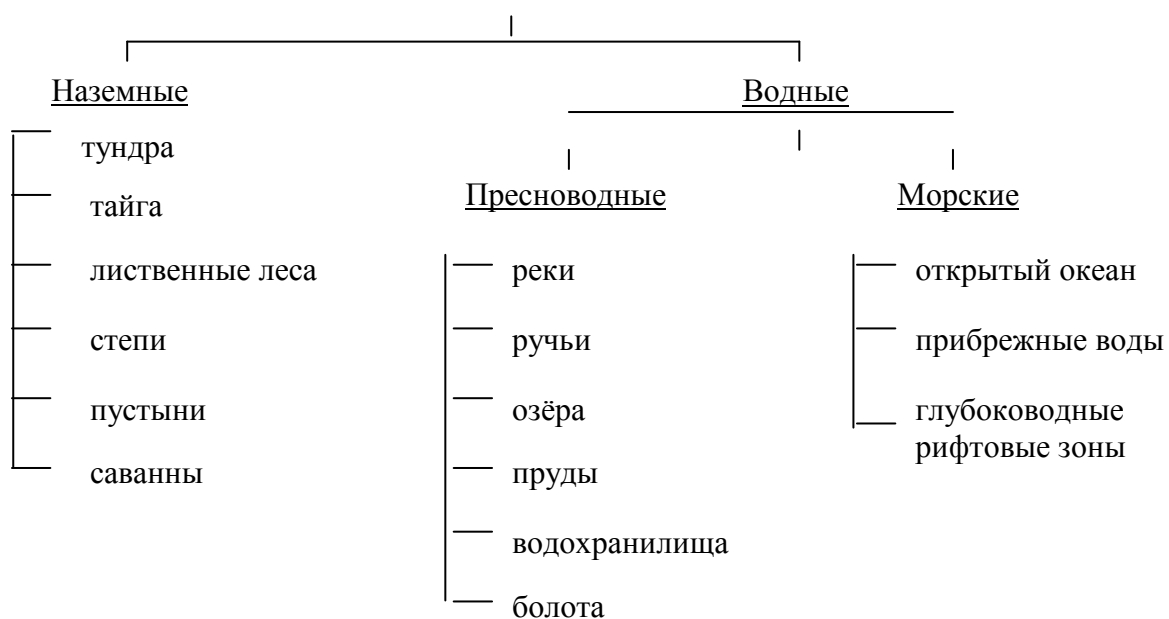
### 1. Экосистема океана

Одна из самых больших экосистем (94% гидросферы). Жизненная среда океана непрерывна, в ней отсутствуют границы, препятствующие расселению живых организмов (на суше граница - океан между материками, на материке - реки, горы и т.п.). В океане вода находится в постоянном движении. Существуют горизонтальные и вертикальные течения. В воде растворено -  $48 \cdot 10^{15}$  т солей.

Эти физико-химические особенности создают благоприятные условия для образования и развития разнообразных организмов. В океане насчитывается:

- 160 000 видов животных (80 тыс. моллюсков, 20 тыс. ракообразных, 16 тыс. рыб, 15 тыс. простейших);
- 10 000 видов растений. В основном различные виды водорослей.

### ЭКОСИСТЕМЫ:



### Рис. 3. Экосистемы биосферы

Однако органическая жизнь распределяется по горизонтали и вертикали неравномерно. В зависимости от абиотических факторов (световой режим, температура, солёность и т.д.) океан подразделяют на несколько зон:

- в зависимости от освещения:

- верхняя освещаемая зона - до 200 м (эвфотическая);
- нижняя, лишённая света зона - свыше 200 м (афотическая).

- экосистема океана также делится на:

- толщу воды (пелагиаль);
- дно (бенталь).

- в зависимости от глубины:

- до 200 м (литоральная зона);
- до 2500 м (батиальная зона);
- до 6000 м (абиссальная зона);
- более 6000 м (ультраабиссальная зона).

В открытом океане по сравнению с прибрежной зоной пища менее сконцентрирована, поэтому здесь разнообразны активно плавающие организмы (рыбы, кальмары, акулы, киты и т.д.).

Пищевая цепь: фитопланктон - зоопланктон - планктоноядные рыбы - хищные рыбы - детритофаги (бактерии, которые живут в основном на дне).

#### 2. Прибрежная зона

Прибрежная зона имеет оптимальные условия для жизни по сравнению с открытым океаном (свет, температура, достаточное количество питательных веществ и др.). Поэтому здесь наблюдается максимальное видовое разнообразие флоры и фауны (до 80 %). Пищевая цепь: аналогично п. 1.

#### 3. Глубоководная рифтовая зона океана

Эта зона открыта в 1977 г. в зоне подводного хребта Тихого океана к северо-востоку от Галапагосских островов. Здесь на глубине 2600 м существуют «оазисы жизни» - гигантские черви (до 1,5 м), крупные белые моллюски, креветки, крабы, отдельные виды рыб. Поражает очень высокая плотность биомассы - до 15 кг/м<sup>3</sup>, в других местах на такой же глубине - до 0,01 кг/м<sup>3</sup> (в 1500 раз больше).

Глубоководная зона характеризуется полной темнотой, огромным давлением. Адаптация - редукция плавательного пузыря, органов зрения, развитие органов свечения и т.п.

Рифтовая зона - кроме полной темноты, высокое содержание сероводорода и ядовитых металлов; имеются выходы термальных источников. Аналогичные участки встречаются в других районах океана.

В данной экосистеме серные бактерии играют роль растений, используя вместо солнечного света сероводород и соединения серы (хемосинтез).



Серобактерии - первое звено в пищевой цепи, далее - погонофоры, внутри тела которых обитают бактерии, перерабатывающие сероводород и поставляющие организму необходимые питательные вещества. Также в симбиозе с серобактериями существуют моллюски.

#### 4. Пресноводная экосистема. Например, пруд.

Пищевая цепь: зелёные растения (кувшинки, кубышка, тростник), водоросли фитопланктона - зоопланктон (ракообразные), растительноядные рыбы - хищные рыбы (каarp) - хищные рыбы (щука).

#### 5. Экосистема пустыни. Осадки менее 250 мм/год.

Распространение: Африка (Сахара), Ближний Восток, Центральная Азия, юго-запад США и прочие. Климат: очень сухой, жаркие дни, холодные ночи.

Бывают:

- песчаные (Кара-Кум)
  - каменистые (Сахара)
  - глинистые (Гоби)
- тропики;
  - умеренные широты;
  - арктические зоны.

Растительность: редкостойный кустарник, кактусы, низкие травы, быстро покрывающие землю цветущим ковром после дождей. У растений обширная поверхностная корневая система, перехватывающая влагу редких осадков, или стержневые корни, проникающие до грунтовых вод (30 м и более).

Животный мир: разнообразные грызуны (суслик, тушканчик), ящерицы, змеи, орлы, грифы, много мелких птиц, насекомые.

Особенности: занимают 1/3 поверхности и площадь их возрастает.

#### 6. Саванны

Осадки - 750 - 1650 мм/год, главным образом во время сезонных дождей.

Распространение - субэкваториальная Африка, Южная Америка, юг Индии.

Климат - сухой, жаркий, большую часть года - обильные дожди в течение влажного сезона.

Растительность - трава с редкими листопадными деревьями (акация, кактусы).

Животный мир - крупные растительноядные животные: зебры, антилопы, жирафы, хищники: львы, леопарды, гепарды, термиты (детритофаги).

#### 7. Степи

Осадки - 250 - 750 мм/год.

Распространение - центр Северной Америки, Россия, отдельные районы Африки, Австралии.

Климат – сезонный: летом - от умеренно тёплого до жаркого, зимой с температурой менее 0°C.

Растительность - травы (до 2 м в Северной Америке или менее 0,5 м в России) отдельные деревья, кустарники.

Животный мир - крупные травоядные: бизоны, антилопы, дикие лошади, кенгуру, жирафы, зебры; хищники: львы, леопарды, гепарды, гиены, птицы;

мелкие роющие млекопитающие: кролик, суслик.

Особенности - большинство степей превращено в сельскохозяйственные поля, на которых выращиваются кукуруза, пшеница, соя, и пастбища для выпаса крупного и мелкого рогатого скота.

#### 8. Тропические влажные леса

Осадки - более 2400 мм/год, почти каждый день дождь.

Распространение - север Южной Америки, Центральная Америка, экваториальная Африка, юго-восточная Азия.

Климат - без смены сезонов, среднегодовая температура приблизительно равна 28<sup>0</sup> С.

Растительность - самая большая по разнообразию видов и биомассе растений экосистема. Леса с деревьями до 60 м и выше (красное дерево, шерстяное, шоколадное, леопардовое дерево, сандал). На стволах, ветвях - лианы.

Животный мир - очень разнообразен. Обезьяны, змеи, ящерицы, белки-летяги, лягушки, пауки, муравьи, попугаи, колибри, насекомые (много).

Особенности - почвы бедные, большая часть питательных веществ содержится в биомассе поверхностно укоренённой растительности.

#### 9. Лиственные леса

Осадки - 750 -2000 мм/год.

Распространение - восток Северной Америки, Европа, Россия.

Климат – сезонный: зимние температуры менее 0, хотя не ниже -12<sup>0</sup> С.

Растительность - листопадные деревья. Характеризуются многоярусностью. Деревья: дуб, липа, клён, ясень. Кустарники, травы, мхи, лишайники.

Животный мир: олень, косуля, кабан, заяц, ёж, волк, лиса, рысь. Птицы: тетерев, глухарь, рябчик, дрозд, дятел, синица, сова, сокол. В почве: кроты, землеройки, черви, клещи.

Особенностью является адаптация к сезонному климату - сброс листьев, зимняя спячка, миграция в тёплые страны.

#### 10. Тайга

Осадки - 250 - 750 мм/год.

Распространение - северные районы Северной Америки, Европы, Азии.

Климат - сезонный. Долгая холодная зима, много осадков в виде снега, что сохраняет тепло в почве.

Растительность - вечнозелёные хвойные леса - кедр, сосна, ель, пихта, лиственница.

Животный мир – травоядные: лось, олень, заяц, белка, грызуны. Хищники: рысь, волк, лиса, медведь, норка, россомаха. Множество птиц: рябчик, глухарь, дятел. Кровососущие насекомые - 40 видов мошек.

Особенности - много озёр и болот, толстая подстилка из хвои.

#### 11. Тундра

Осадки - менее 250 мм/год.

Распространение - север Евразии и Северной Америки.

Климат - сезонный. Очень холодная длительная зима с полярной ночью. Среднегодовая температура ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ . Летом вечная мерзлота (оттаивает всего на 1 метр).

Растительность - мхи, лишайники, травы, низкорослые кустарники, адаптированные к холодостойкости; ягоды - голубика, брусника.

Животный мир - мелкие млекопитающие: сурки, суслики, лемминги. Хищники: песец, горностай, волк, сова. Северный олень, зайцы. Множество птиц: гуси, куропатки, утки, кулики. Насекомые: комары, оводы, пауки.

Особенности - болотистые почвы.

Все экосистемы взаимосвязаны и взаимозависимы.

Люди со своими культурными растениями и домашними животными образуют экосистему человека, которая взаимодействует со всеми другими экосистемами планеты.

### Биотическая структура экосистемы

Все экосистемы включают одни и те же основные категории организмов, взаимодействующих друг с другом стереотипным образом. Это следующие категории: зелёные растения, консументы, детритофаги.

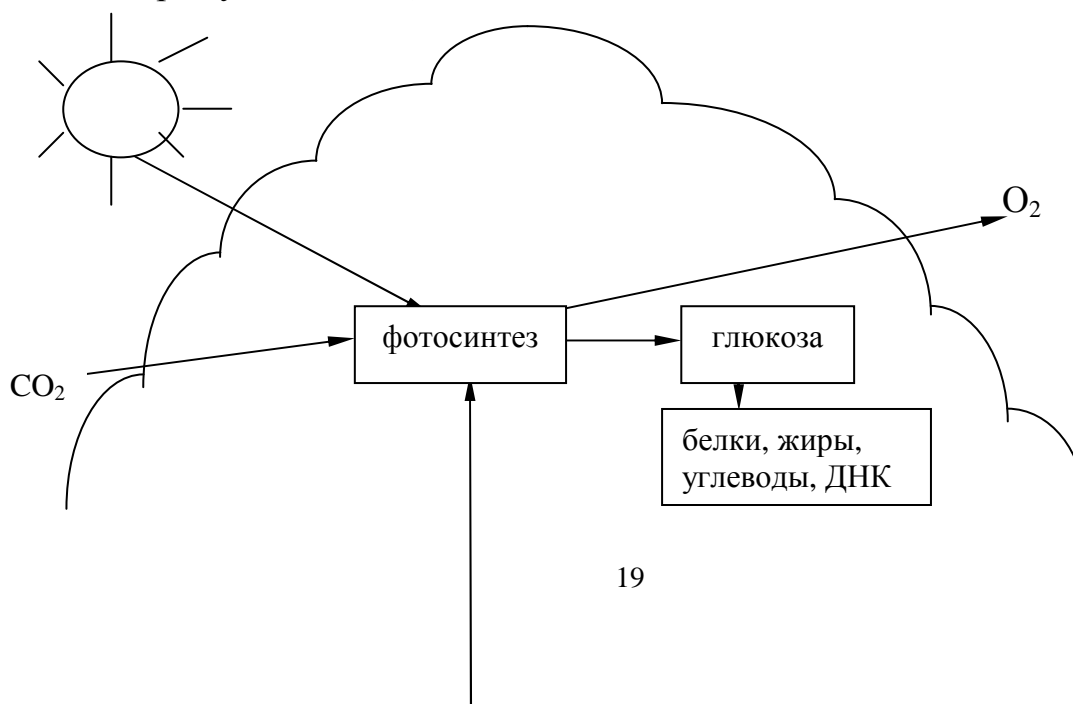
#### 1. Зелёные растения

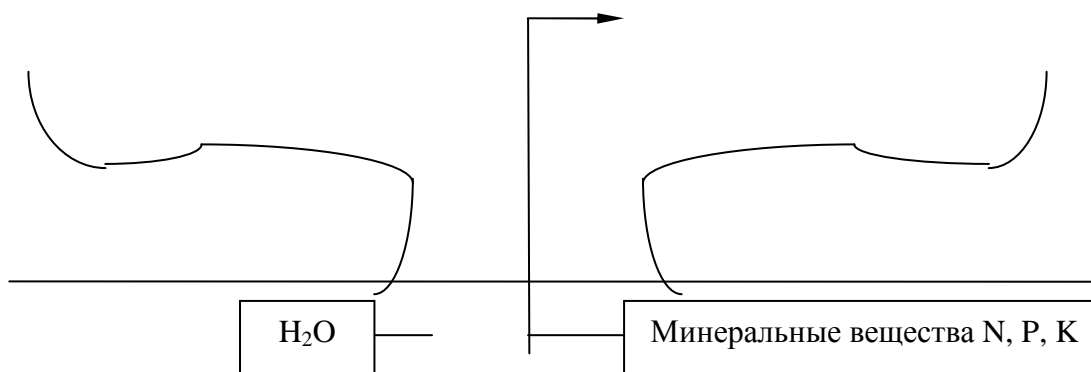
Это, в основном, зеленые растения (одноклеточные водоросли, травы, деревья и т.д.).

Фотосинтез - это химическая реакция, протекающая при участии хлорофилла клетки зеленых растений за счет солнечной энергии.  $\text{CO}_2$  из воздуха,  $\text{H}_2\text{O}$  из почвы и солнечная энергия - получается глюкоза и  $\text{O}_2$ . Фотосинтез идет в каждой клетке зеленых листьев (рис. 4):



$\text{O}_2$  выделяется в атмосферу. Из глюкозы и минеральных элементов из почвы растения синтезируют сложные вещества, входящие в состав организма (белки, жиры, углеводы, ДНК и т.д.).





**Рис. 4. Схема фотосинтеза**

Таким образом растения продуцируют сложные органические соединения из простых неорганических ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ). При этом солнечная энергия накапливается в органических соединениях наряду с химическими элементами.

## 2. Консументы

Животные питаются органическим веществом, используя его как источник энергии и материал для формирования своего тела, т.е. зелёные растения продуцируют пищу для других организмов экосистемы. К консументам относятся рыбы, птицы, млекопитающие и человек.

Животные, питающиеся непосредственно растениями, называются первичными консументами (растительноядные). Их самих употребляют в пищу вторичные консументы (хищники). Бывают консументы третьего, четвёртого и более высоких порядков. Заяц ест морковь - первичный консумент, лиса, съевшая зайца - вторичный консумент. Человек ест различную пищу, при этом овощи - первичный консумент, а мясо - вторичный, хищная рыба – консумент третьего порядка, т.е. организм может соответствовать различным порядкам и называется тогда всеядным.

## 3. Детритофаги

Это организмы, которые питаются мёртвыми растительными и животными остатками (опавшие листья, мёртвые животные - это называется детрит).

Это грифы, гиены, черви, раки, термиты, муравьи, грибы, бактерии и т.д. Их главная роль - питаясь мёртвой органикой, детритофаги разлагают её. Отмирая, сами становятся частью детрита.

Некоторые организмы не укладываются в эту схему. Например: насекомоядные растения. Они улавливают насекомых, частично переваривают их с помощью ферментов и органических кислот, в результате чего восполняют недостаток азота и других питательных веществ. В России их 20 видов (венерика мухоловка, росянка). Обитают в местах с недостатком N, P, K.

## Пищевая сеть. Трофические уровни

При изучении биотической структуры экосистемы становится очевидным, что одно из важнейших взаимоотношений между организмами - это пищевое. Можно проследить бесчисленные пути движения вещества в экосистеме, при котором один организм поедается другим, а тот - третьим и

т.д.

Пищевая цепь - это путь движения вещества (источник энергии и строительный материал) в экосистеме от одного организма к другому.

Растение →\* корова

Растение → корова → человек

Растение → кузнечик → мышь → лиса орёл

Растение → жук → лягушка → змея → птица

\* → обозначает направление движения

В природе пищевые цепи редко изолированы друг от друга. Гораздо чаще представители одного вида (растительнойядные) питаются несколькими видами растений, а сами служат пищей для нескольких видов хищников.

Пищевая сеть - это сложная сеть пищевых взаимоотношений.

Несмотря на многообразие пищевых сетей, они все соответствуют общей схеме: от зелёных растений к первичным консументам, от них к вторичным консументам и т.д. и к детритофагам. На последнем месте всегда стоят детритофаги, они замыкают пищевую цепь.

Трофический уровень - это совокупность организмов, занимающих определённое место в пищевой сети:

I трофический уровень - всегда растения;

II трофический уровень - первичные консументы;

III трофический уровень - вторичные консументы и т.д.

Детритофаги могут находиться на II и более высоком трофическом уровне.

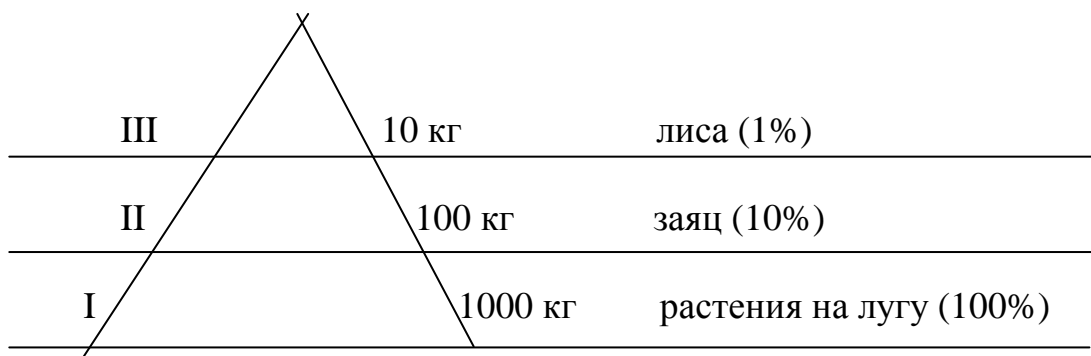
Обычно в экосистеме насчитывается 3-4 трофических уровня. Это объясняется тем, что значительная часть потребляемой пищи тратится на энергию (90 - 99 %), поэтому масса каждого трофического уровня меньше предыдущего. На формирование тела организма идет относительно немного от – 1-10%.

Соотношение между растениями, консументами, детритофагами выражают в виде пирамид.

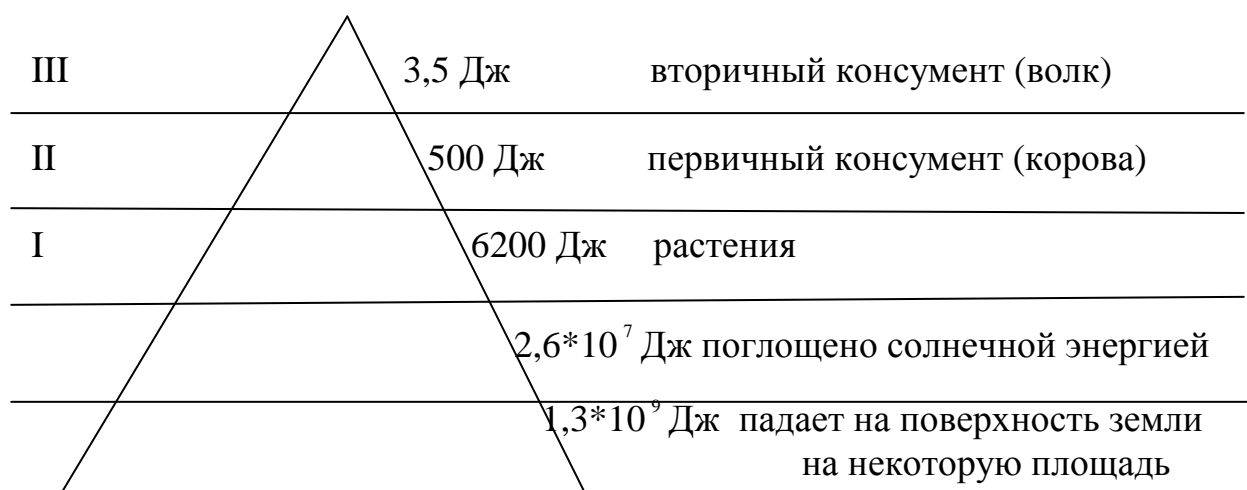
Пирамида биомассы - показывает соотношение биомасс различных организмов на трофических уровнях (рис.5).

Пирамида энергии - показывает поток энергии через экосистему (рис.6).

Очевидно, что существование большего числа трофических уровней невозможно из-за быстрого приближения биомассы к нулю.



**Рис. 5. Пирамида биомассы**



**Рис. 6. Пирамида энергии**

### Автотрофы и гетеротрофы

Автотрофы - это организмы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений, используя солнечную энергию. К ним относятся растения (только растения). Они синтезируют из  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  (неорганические молекулы) под воздействием солнечной энергии - глюкозу (органическое соединение) и  $\text{O}_2$ . Они составляют первое звено в пищевой цепи и находятся на одном трофическом уровне.

Гетеротрофы - это организмы, которые не могут строить собственное тело из неорганических соединений, а вынуждены использовать созданное автотрофами, употребляя их в пищу.

К ним относятся консументы и детритофаги. И находятся на II и выше трофическом уровне. Человек тоже гетеротроф.

Вернадскому В.И. принадлежит идея, что возможно превращение человеческого общества из гетеротрофного и автотрофное. В силу своих биологических особенностей человек не может перейти к автотрофности, но общество в целом способно осуществить автотрофный способ производства пищи, т.е. замена природных соединений (белки, жиры, углеводы) на органические соединения, синтезированные из неорганических молекул или атомов.

### Принцип функционирования экосистем

1. Получение ресурсов и избавление от отходов происходят в рамках кругооборота всех элементов. Органика и кислород, образуемые при фотосинтезе в растениях, нужны консументам для питания и дыхания. А выделяемый консументами  $\text{CO}_2$  и минеральные вещества мочи - необходимы растениям.

2. Экосистемы существуют за счёт не загрязняющей среду и практически вечной солнечной энергии, количество которой относительно постоянно и избыточно.

Солнечная энергия - химическая потенциальная энергия растений передаётся по пищевым цепям, впоследствии теряется в виде тепла.

3. Чем больше биомасса популяции, тем ниже занимаемый ею трофический уровень (99% переходит в энергию).

### Закон лимитирующего фактора

Для разных видов растений и животных условия, в которых они особенно хорошо себя чувствуют, неодинаковы. Например, одни растения предпочитают очень влажную почву, другие - сухую. Одни требуют сильной жары, другие лучше переносят более холодную среду и т.п. В лабораторных экспериментах эти различия проявляются особенно четко.

Проведены следующие лабораторные исследования. Растения выращивают в различных камерах, где контролируются все абиотические факторы. При этом один фактор изменяется, а остальные остаются неизменными. В данном случае изменяется температура. Результаты показывают, что по мере повышения температуры от некоторой величины, ниже которой рост вообще не возможен, растение развивается всё лучше и лучше, пока скорость роста не достигнет максимального значения. При дальнейшем повышении температуры растение будет чувствовать себя всё хуже и хуже и в конечном итоге погибнет. Графически это можно изобразить следующим образом (рис. 7).

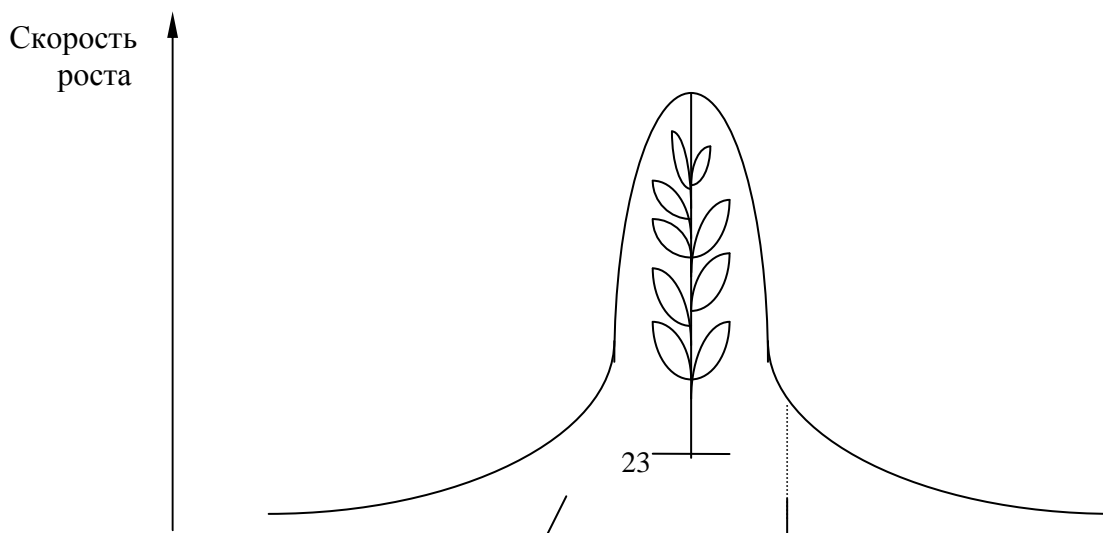
У каждого фактора, влияющего на рост, размножение и выживание организма, есть оптимум, зона стресса и далее зона, в которой существование данного организма не возможно.

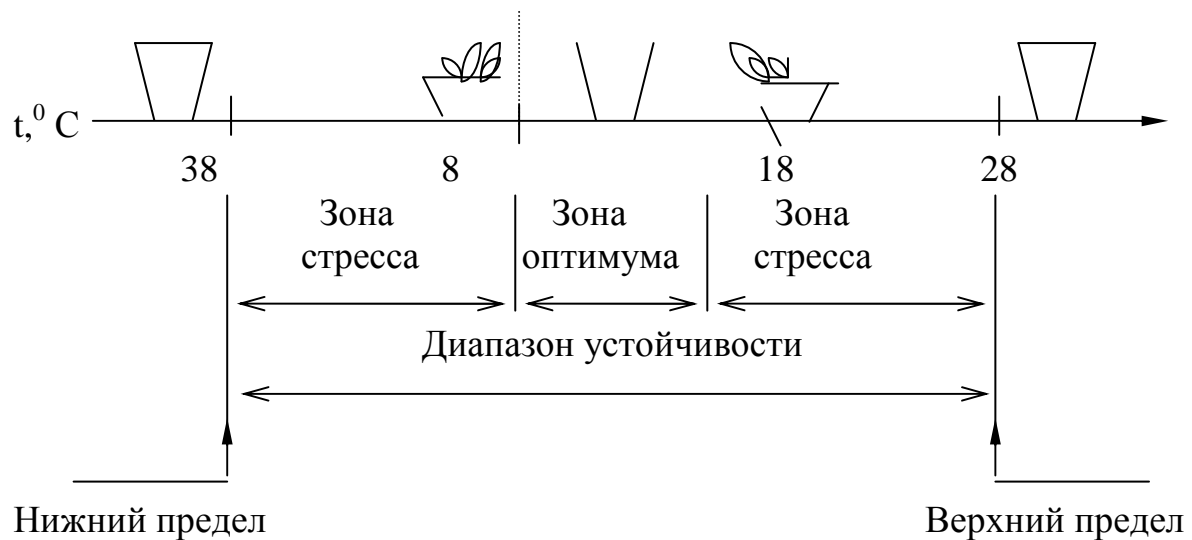
Зона оптимума - это обычно диапазон температур, а не конкретная величина, т.е. диапазон температур, при которых максимальна скорость роста.

Слева и справа от зоны оптимума находятся зоны стресса, в них растение испытывает стресс и соответственно скорость роста резко уменьшается.

Диапазон устойчивости - диапазон температур, в котором возможен рост растения.

Предел устойчивости - минимальная и максимальная температуры пригодные для жизни.





**Рис.7. Закон лимитирующего фактора**

Сходные эксперименты можно провести и для проверки влияния других факторов, причём результаты графически всегда одинаковы.

Подобные эксперименты показывают, что виды могут существенно различаться с точки зрения оптимальных условий и пределов устойчивости. Например, количество воды оптимальное для одного вида вызывает стресс у другого и приводит к гибели третий вид. Некоторые растения вообще не переносят заморозков ( $t < 0^{\circ}\text{C}$ ), это ведёт к их гибели, другие растения способны выжить при небольших холодах, а есть растения, для которых несколько недель отрицательных температур - необходимое условие завершения жизненного цикла. То же самое справедливо и для других экологических факторов.

В описанном выше эксперименте изменялся только один фактор, а остальные как бы соответствовали зоне оптимума. Таким образом, наблюдается действие закона лимитирующего фактора: *«Даже единственный фактор за пределами своего оптимума приводит к стрессовому состоянию организма, а в пределе - к его гибели».*

Такой фактор называется лимитирующим. Это относится к любому влияющему на рост параметру, которого «слишком мало» или «слишком много». Например, гибель растений вызывается как чрезмерным поливом и избытком удобрений, так и недостатком воды и питательных веществ.

Закон лимитирующего фактора был сформулирован Либихом в 1840 г. в ходе его наблюдений за влиянием на растения минеральных удобрений. Он обнаружил, что ограничение дозы любого удобрения ведёт к одинаковому результату - замедлению роста.

Дальнейшие наблюдения показали, что он относится ко всем влияющим на организм абиотическим и биотическим факторам. Это может быть и конкуренция, хищничество и паразитизм.



## Кругооборот веществ в биосфере

Процессы фотосинтеза органических веществ продолжаются сотни миллионов лет. Но поскольку Земля конечное физическое тело, то любые химические элементы также физически конечны. За миллионы лет они должны, казалось бы, оказаться исчерпанными. Однако этого не происходит. Более того, человек постоянно интенсифицирует этот процесс, повышая продуктивность созданных им экосистем.

Все вещества на нашей планете находятся в процессе биохимического кругооборота веществ. Выделяют два основных кругооборота: большой или геологический и малый или химический.

Большой кругооборот длится миллионы лет. Он заключается в том, что горные породы подвергаются разрушению, продукты разрушения сносятся потоками воды в Мировой океан или частично возвращаются на сушу вместе с осадками. Процессы опускания материков и поднятия морского дна в течение длительного времени приводят к возвращению на сушу этих веществ. И процессы начинаются вновь.

Малый кругооборот, являясь частью большого, происходит на уровне экосистемы и заключается в том, что питательные вещества почвы, вода, углерод аккумулируются в веществе растений, расходуются на построение тела и жизненные процессы. Продукты распада почвенной микрофлоры вновь разлагаются до минеральных компонентов, доступных растениям, и вновь вовлекаются в поток вещества.

Кругооборот химических веществ из неорганической среды, проходя через растения и тела животных, возвращается обратно в неорганическую среду при этом, используя солнечную энергию химических реакций, называется биохимическим циклом.

### 1. Кругооборот углерода

Сложный механизм эволюции на Земле определяется химическим элементом - «углеродом». Углерод - составная часть скальных пород и в виде  $\text{CO}_2$ - часть атмосферного воздуха. Источники  $\text{CO}_2$ : вулканы, дыхание, лесные пожары, сжигание топлива, промышленность и др.

Атмосфера интенсивно обменивается  $\text{CO}_2$  с мировым океаном, где его в 60 раз больше, чем в атмосфере, т.к.  $\text{CO}_2$  хорошо растворяется в воде (чем ниже температура, тем выше растворимость, т.е.  $\text{CO}_2$  больше в низких широтах). Океан действует как гигантский насос: поглощает  $\text{CO}_2$  в холодных областях и частично «выдувает» в тропиках.

Избыточное количество  $\text{CO}_2$  в океане соединяется с водой, образуя угольную кислоту. Соединяясь с Ca, K, Na образует стабильные соединения в виде карбонатов, которые оседают на дно.

Фитопланктон в океане в процессе фотосинтеза поглощает  $\text{CO}_2$ . Умирая, организмы попадают на дно и становятся частью осадочных пород. Это

показывает взаимодействие большого и малого кругооборотов веществ.

Углерод из молекулы  $\text{CO}_2$  в ходе фотосинтеза включается в состав глюкозы, а затем в состав более сложных соединений, из которых построены растения. В дальнейшем они переносятся по пищевым цепям и образуют ткани всех остальных живых организмов в экосистеме и возвращаются в окружающую среду в составе  $\text{CO}_2$ .

Также углерод присутствует в нефти и угле. Сжигая топливо, человек также завершает цикл углерода, содержащегося в топливе - так возникает биотехнический кругооборот углерода.

Оставшаяся масса углерода находится в карбонатных отложениях дна океана ( $1,3 \cdot 10^{16}$  т), в кристаллических породах ( $1 \cdot 10^{15}$  т), в угле и нефти ( $3,4 \cdot 10^{15}$  т). Этот углерод принимает участие в экологическом кругообороте. Жизнь на Земле и газовый баланс атмосферы поддерживается относительно небольшим количеством углерода ( $5 \cdot 10^9$  т).

## 2. Кругооборот фосфора

Этот элемент входит в состав генов и молекул, переносящих энергию внутри клеток, в костную ткань. В различных минералах фосфор содержится в виде ионов  $\text{PO}_4^{3-}$ . Фосфаты растворимы в воде, но не летучи. Растения поглощают ионы  $\text{PO}_4^{3-}$  из водного раствора и включают в состав различных органов соединений. По пищевым цепям он переходит от растений к другим организмам. На каждом этапе фосфор может быть выведен из организма в составе мочи.

Разница круговорота фосфора с кругооборотом углерода - в кругообороте углерода есть газообразная фаза ( $\text{CO}_2$ ), у фосфора газовой фазы нет.

Фосфаты циркулируют в экосистеме лишь в том случае, если содержащиеся фосфор отходы жизнедеятельности откладываются в местах поглощения данного элемента. В естественных экосистемах так и происходит. Фосфор может также поступать с моющими средствами и удобрениями.

## 3. Кругооборот азота

Азот входит в состав белков.

Кругооборот азота несколько сложен, т.к. он включает газообразную и минеральную фазы.

Основная часть азота находится в воздухе (78%). Однако растения не могут усваивать азот непосредственно, а только в виде ионов  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NO}_3^-$ .

Существуют бактерии и сине-зелёные водоросли, способные превращать газообразный азот в ионы. Важнейшую роль среди азотфиксирующих организмов играют бактерии, живущие на клубеньках бобовых растений. Растения обеспечивают бактерии местообитанием и пищей (сахарами), получая от них взамен доступную форму азота. По пищевым цепям органический азот передаётся от бобовых к другим организмам экосистемы. Органические соединения азота после гибели организмов при помощи бактерий разлагаются до аммиака и нитратов ( $\text{NO}_3$ ). Нитраты частично вновь поглощаются

растениями, частично восстанавливаются до  $N_2$ , вновь поступающего в атмосферу.

Насколько регулярно осуществляется кругооборот любого элемента, зависит продуктивность экосистемы, что важно для сельского хозяйства и выращивания лесов. Вмешательство человека нарушает процессы кругооборота. Вырубка леса и сжигание топлива влияет на кругооборот углерода. Считается, что время переноса в атмосфере углерода - 8 лет, азота - 110 лет, кислорода - 2500 лет.

### Кругооборот воды

Нам знакомы три состояния воды: твёрдое - лёд, жидкое - собственно вода, газообразное - водяной пар. Количество водяного пара в воздухе определяют как влажность, обычно в процентах.

Главный источник поступления воды - атмосферные осадки, а главный источник расхода - испарение.

Продолжительность кругооборота: океан (3000 лет), подземные воды (5000 лет), полярные ледники (8500 лет), озера (17 лет), реки (10 дней), вода в живых организмах - несколько часов.

Так как океаны занимают 70% поверхности Земли, то вода попадает в воздух, главным образом, испаряясь с их поверхности.

Когда воздух, максимально насыщенный водяным паром, охлаждается, то вода конденсируется: её молекулы соединяются в капельки. В атмосфере вода конденсируется на частичках пыли, в результате чего образуются туман и облака. Когда эти капли или кристаллики льда становятся достаточно крупными, то идёт дождь или снег.

При испарении в воздух поднимаются только молекулы воды, а соли и другие вещества остаются на земле. Когда водяной пар конденсируется, из него образуется только вода. Таким образом, литосфера и атмосфера работают как гигантский опреснитель и очиститель.

### Биотический потенциал и сопротивление среды

Сохранение или рост численности зависит не только от скорости размножения (число новорожденных, отложенных яиц, произведённых семян или спор в единицу времени). Не менее важно и пополнение взрослого состава популяции за счёт потомства. Высокая скорость размножения при низких темпах пополнения не может существенно увеличить её численность.

И, напротив, размер популяции может расти за счёт увеличения темпов пополнения при малой скорости размножения. Это относится к людям (рождаемость низкая, но и детская смертность низкая, поэтому практически все дети доживают до взрослого возраста).

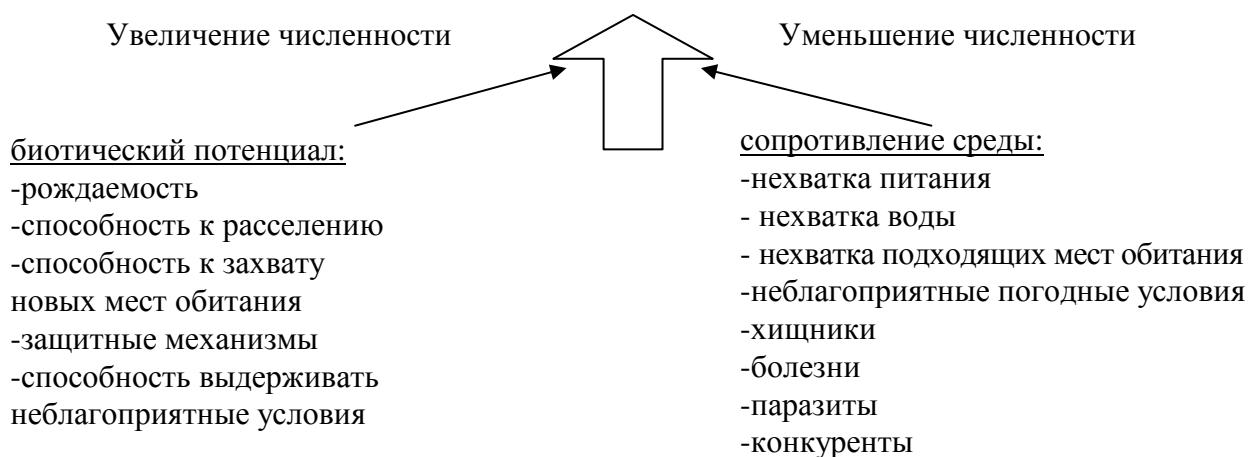
Другим важным фактором, ведущим к росту популяции, относится способность животных мигрировать, а семян рассеиваться на новых территориях, приспосабливаться к новым местам обитания и заселять их, имея

наличие защищённых механизмов и устойчивость к неблагоприятным условиям среды и болезням.

Биотический потенциал - это совокупность факторов, способствующих увеличению численности вида.

У разных видов составляющие биотического потенциала неодинаковы, но они имеют одно общее свойство - стремительное увеличение численности при благоприятных условиях среды. В естественных условиях это наблюдается редко. Вероятность того, что все условия окажутся благоприятными очень низка. Обычно один или несколько факторов становятся лимитирующими (температура, влажность, солёность, хищники, паразиты, нехватка пищи). Сочетание всех таких «ограничителей» называют сопротивлением среды. Сильнее всего они действуют на молодых особей, а это снижает темпы пополнения. При более суровых условиях гибнет часть взрослых особей.

Следовательно, рост, снижение и постоянство популяции зависит от соотношения между биотическим потенциалом и сопротивлением среды.



Принцип изменения популяции - это результат нарушения равновесия между биотическим потенциалом и сопротивлением окружающей её среды.

Подобное равновесие является динамическим, т.е. непрерывно регулирующимся, т.к. факторы сопротивления среды редко долго остаются неизменными. Например, в один год численность популяции снизилась из-за засухи, а в следующий год полностью восстановилась при обильных дождях. Подобные колебания продолжают неопределённо долго. Равновесие - понятие относительное. Иногда амплитуда отклонений мала, иногда значительна, но пока сократившаяся популяция способна восстановить прежнюю численность, она существует.

Равновесие в природных системах зависит от плотности популяции, т.е. числа особей на единицу площади. Если плотность популяции растёт - сопротивление среды увеличивается, в связи с этим увеличивается смертность и рост численности прекращается. И, наоборот, с уменьшением плотности популяции сопротивление среды ослабевает и восстанавливается прежняя численность.

Воздействие человека на природу часто приводит к вымиранию популяции, т.к. не зависит от ее плотности. Разрушение экосистем, загрязнение окружающей среды одинаково влияют на популяции как с низкой, так и высокой плотностью.

Кроме этого, биотический потенциал зависит от критической численности популяции. Если численность популяции (олений, птиц или рыб) падает ниже этой величины, гарантирующей воспроизводство, биотический потенциал стремится к нулю и вымирание неизбежно.

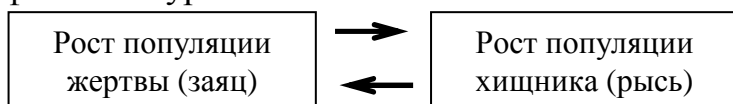
Существование может быть поставлено под угрозу, даже когда множество представителей вида живы, но живут в домашних условиях, т.е. изолированы друг от друга (попугаи).

### Равновесие экосистемы

Гомеостаз - это состояние подвижно-стабильного равновесия экосистемы («гомео» - тот же, «стазис» - состояние).

Равновесие в экосистемах поддерживается процессами с обратной связью.

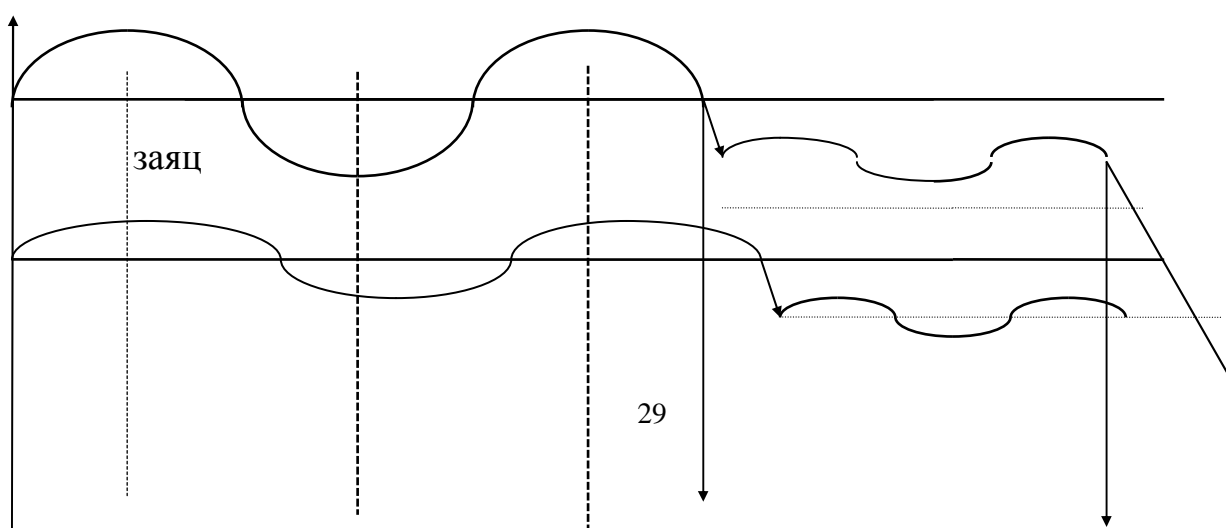
Рассмотрим простейшую экосистему: заяц-рысь, состоящую из двух трофических уровней.



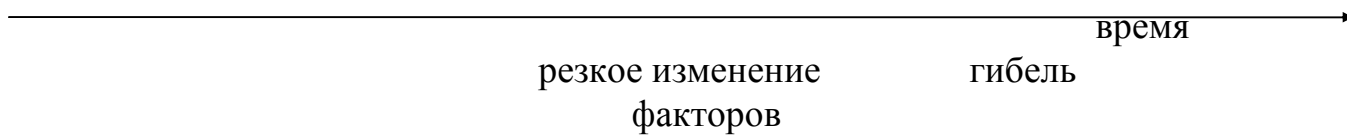
Когда численность зайцев невелика, каждый из них может найти достаточно пищи и удобное укрытие для себя и своих детёнышей, т.е. сопротивление среды невысоко, и численность зайцев увеличивается несмотря на присутствие хищника. Изобилие зайцев облегчает рыси охоту и выкармливание детёнышей. В результате численность хищника также возрастает. В этом проявляется обратная положительная связь. Однако с ростом численности зайцев уменьшается количество корма, убежищ и усиливается хищничество, т.е. усиливается сопротивление среды. В результате численность зайцев снижается. Охотиться хищникам становится труднее, они испытывают нехватку пищи и их численность падает. В этом проявляется обратная отрицательная связь, которая компенсирует отклонения и возвращает экосистему в исходное состояние.

Подобные колебания происходят периодически вокруг среднего уровня (рис. 8).

Численность



рысь



**Рис. 8. Пример обратной связи**

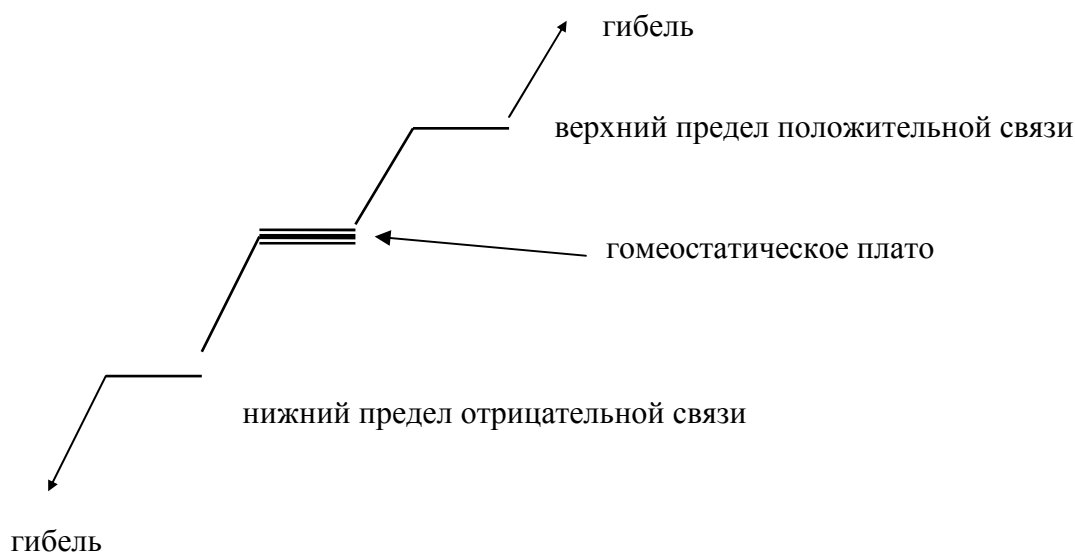
При некоторых условиях обратная связь может быть нарушена. Например, на зайцев стал охотиться другой хищник или среди зайцев возникла инфекционная болезнь. При этом происходит нарушение сбалансированности системы, которое может быть обратимым или необратимым. Роль помех могут играть и абиотические факторы. Засуха снижает продуктивность растений и ограничивает пищу для зайцев, что немедленно отразится на хищнике.

При появлении помех в системе «заяц-рысь» станет меньше и зайцев, и рысей. Стабильность системы в целом не нарушается, но объём трофических уровней изменится. При этом новый уровень стабильности опять будет обеспечиваться механизмами обратной связи.

Понятно, что давление помех не может быть беспредельным. При массовой гибели зайцев экосистема за счёт обратной отрицательной связи не может компенсировать отклонения. Тогда данная система прекратит своё существование.

Ту область, в пределах которой механизмы отрицательной обратной связи способны сохранить устойчивость системы, хотя и в изменённом виде, называют гомеостатическим плато (рис. 9).

Экосистемы тем стабильнее во времени и пространстве, чем они сложнее, т.е. чем больше видов организмов и пищевых связей.



## Рис. 9. Пример гомеостаза

### Экологическая ниша

Местообитание - это место, где живёт организм (лес, луг, болото, внутри другого организма).

Экологическая ниша - пространственно-временное положение организма в рамках экосистемы (где, когда и чем питается, где устраивает гнездо и т.п.).

На первый взгляд кажется, что животные должны конкурировать друг с другом за пищу и убежища. Однако это происходит редко, т.к. они занимают разные экологические ниши. Пример: дятлы извлекают личинки из-под коры, воробьи питаются зерном. И мухоловки и летучие мыши ловят мошкару, но в разное время - днём и ночью. Жираф поедает листья с верхушек деревьев и не конкурирует с другими травоядными.

У каждого вида животных своя ниша, что сводит к минимуму конкуренцию с другими видами. Поэтому в сбалансированной экосистеме присутствие одного вида обычно не угрожает другому.

Адаптация к разным нишам связана с действием закона лимитирующего фактора. Пытаясь использовать ресурсы за пределами своей ниши, животное сталкивается со стрессом, т.е. с ростом сопротивления среды. Иными словами, в собственной нише его конкурентоспособность велика, а вне - значительно ослабевает или пропадает вовсе.

Адаптация животных к определённым нишам заняла миллионы лет и протекала в каждой экосистеме по-своему. Ввезённые из других экосистем, виды могут вызвать вымирание местных, именно в результате успешной конкуренции за их ниши.

Пример: скворцы, завезённые в Северную Америку из Европы, за счёт своего агрессивного территориального поведения вытеснили местных «синих» птиц.

Концепция экологической ниши применима и к растениям. Как и у животных их конкурентоспособность высока лишь в определённых условиях. Пример: платаны растут по берегам рек и в поймах, дубы на склонах. Платан, приспособлен к переувлажнённой почве. Семена платана распространяются вверх по склону, и этот вид может расти там при отсутствии дубов. Аналогично жёлуди, попадая в пойму, гибнут из-за избытка влаги и не способны конкурировать с платанами.

Экологическая ниша человека - состав воздуха, воды, пищи, климатические условия, уровень электромагнитного, ультрафиолетового, радиоактивного излучения и пр.

### Адаптация, изменение или вымирание экосистем

В природе каждое поколение любого вида подвергается отбору на выживаемость и воспроизводство. Особи, которые выживают и размножаются,

передают свои гены следующему поколению, а гены тех, что погибли, не оставив потомства, отсеиваются из генофонда. Таким образом, генофонд каждого вида испытывает действие естественного отбора. Поэтому почти все признаки организма служат выживанию и воспроизводству.

Адаптация - это процесс приспособления живых организмов к определённым условиям внешней среды.

Существуют следующие виды адаптации:

1. Адаптация к климатическим и другим абиотическим факторам (чистая шерсть, перелёт птиц на юг, зимняя спячка у медведей, опадение листвы, холодостойкость хвойных деревьев).

2. Адаптация к добыванию пищи и воды (у жирафа - длинная шея, чтобы есть листья с деревьев, паук плетёт сеть, хищники - быстро бегают, длинные корни растений в пустыне).

3. Адаптация, направленная на защиту от хищников и устойчивость к заболеваниям и паразитам (заяц - быстрый бег и сезонная окраска, ёж - иглы).

4. Адаптация, обеспечивающая поиск и привлечение партнёра у животных, и опыление у растений (яркое оперение, пение, запах, насыщенный цвет у цветков растений).

5. Адаптация к миграциям у животных и распространение семян у растений (перелёт птиц, стада лошадей, крылья у семян для переноса ветром, колючки у растений).

При изменении любого абиотического или биотического фактора вид ожидает один из трёх путей:

1. Миграция - часть популяции может найти новое местообитание с подходящими условиями и продолжить там своё существование.

2. Адаптация - в генофонде могут присутствовать гены, которые позволят некоторым особям выжить в новых условиях и восстановить потомство. Через несколько поколений под действием естественного отбора возникнет популяция, хорошо приспособившаяся к новым условиям.

3. Вымирание - если ни одна пара особей не может мигрировать, спасаясь от воздействия неблагоприятных факторов, а те выходят за пределы устойчивости всех индивидов, то популяция исчезнет (динозавры).

Это означает, что в разные периоды истории Земля была населена разными существами. Ни одному виду не гарантировано выживание. Ископаемые остатки свидетельствуют, что виды появляются, распространяются, дают начало другим видам и в большинстве случаев вымирают. По мере изменения условий существования, некоторые виды адаптируются и преобразуются, а другие вымирают. Что же определяет их судьбу? Выживание вида обеспечивается его генетическим разнообразием и слабыми колебаниями внешних условий. Если генофонд очень разнообразен, даже при сильных изменениях среды некоторые особи сумеют выжить. При низком разнообразии генофонда, наоборот, малейшее изменение среды может привести к



вымиранию вида, поскольку гены, позволяющие особям противостоять отрицательному воздействию, не найдутся.

Если изменения малозаметны и/или происходят постепенно, большинство видов сумеет приспособиться и выжить. Возможны такие катастрофические изменения (ядерная война), что не выживет ни один вид.

На выживание также влияет географическое распространение. Чем шире распространён вид, тем, как правило, выше его генетическое разнообразие и наоборот. Кроме того, при обширном ареале некоторые его участки могут быть удалены или изолированы от районов, где нарушались условия существования, в них вид сохранится, даже если исчезнет из других мест.

Если в новых условиях часть особей выжила, то восстановление популяции и дальнейшая адаптация будут зависеть от скорости воспроизведения, поскольку изменение признаков происходит только путём отбора в каждом поколении.

Например, пара насекомых даёт несколько сотен потомков, которые проходят жизненный цикл в течение несколько недель. Скорость воспроизведения у насекомых в тысячу раз выше, чем у птиц, выкармливающих 2-6 птенцов в год, и соответственно одинаковый уровень приспособленности к новым условиям разовьётся во столько же раз быстрее. Стоит ли удивляться, что насекомые быстро адаптируются и приобретают устойчивость к применяемым против них пестицидам, тогда как другие дикие виды от этого гибнут.

Важны и размеры организма. Мухи могут существовать и в мусорном ведре, тогда как крупным животным для выживания нужны обширные пространства.

Сельское хозяйство с его узкой генетической базой оказывается беззащитным. Сокращение генетического разнообразия с одной стороны и ускоряющееся ухудшение окружающей среды с другой стороны, не способствуют устойчивости биосферы. Поэтому в ближайшие 50 лет человечеству предстоит сделать выбор: или создать устойчивую человеческую экосистему, или стать свидетелями глобальной катастрофы.

### Экологический менеджмент

За последнее время ведущими отечественными предприятиями накоплен большой опыт предотвращения отрицательного воздействия на окружающую среду при одновременном увеличении объёмов производства, снижении удельных расходов сырья и материалов, экономии энергоресурсов, улучшении качества продукции. В этой ситуации экологическая деятельность предприятий становится экономически оправданной.

В течение последних 5 - 10 лет в мире наблюдается рост осознания того, что эффективное управление окружающей средой является важным фактором решения основных задач компании, тесно связанным с системой менеджмента качества. Этот фактор принято рассматривать как неотъемлемую часть общей

системы управления предприятием, основанную на применении современных информационных технологий.

Всё больше и больше компаний используют серию международных стандартов **ISO 14000** для внедрения у себя систем управления окружающей средой (СУОС) в соответствии с современными требованиями.

Сам термин **управление окружающей средой (environmental management)** введен официальным российским переводом этих стандартов как более точный по сравнению с применяемым термином "охрана окружающей среды", поскольку подавляющее большинство предприятий, строго говоря, окружающую среду не охраняет, а загрязняет. И задача состоит в том, чтобы ущерб, наносимый предприятием окружающей среде, был не слишком велик. Иногда управление окружающей средой и соответствующие системы для краткости называют **экологическим менеджментом и системами экологического менеджмента**.

Для внедрения СУОС используются следующие основные международные стандарты:

- **ИСО 14001.** СУОС. Требования и руководство по применению;
- **ИСО 14004.** СУОС. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования;
- **ИСО 14010.** Руководящие указания по экологическому аудиту. Основные принципы;
- **ИСО 14011.** Руководящие указания по экологическому аудиту. Процедуры аудита систем управления окружающей средой;
- **ИСО 14012.** Руководящие указания по экологическому аудиту. Квалификационные критерии для аудиторов в области экологии.
- **ИСО 14031.** Управление окружающей средой. Оценивание экологической эффективности. Общие требования.

Существуют и другие стандарты в этой серии.

Подход серии стандартов ISO 14000 к деятельности предприятий отражает очевидный факт: продукцию и отходы предприятие выпускает одновременно. Поэтому уделять внимание продукции и не уделять внимание отходам сегодня уже невозможно.

### Внедрение системы управления окружающей средой

После того, как руководство предприятия приняло решение о внедрении серии стандартов **ISO 14000**, сертификации системы управления окружающей средой (экологического менеджмента) и привлечении консалтинговой компании, дальнейшую деятельность можно разбить на три основных фазы.

#### **Первая фаза**

Исполнительное руководство должно определить миссию и стратегические цели в области природоохранной деятельности и разработать свою экологическую политику, экологические цели и обязательства предприятия в письменной форме. Этот документ должен быть опубликован в

организации и обеспечен поддержкой со стороны управленческого персонала. Следующее действие предприятия - предварительный внутренний аудит имеющейся системы экологического менеджмента, оценка её соответствия требованиям стандарта **ISO 14001**.

### **Вторая фаза**

На этой фазе должны быть разработаны, описаны и внедрены отсутствующие, но необходимые элементы системы, а также проведена модификация тех существующих элементов, которые не полностью удовлетворяют требованиям **ISO 14001**. Обычно эта работа принимает форму написания и/или корректировки документов - процедур и рабочих инструкций. Экологическая политика и экологические цели должны быть включены в "Руководство по СУОС", которое также разрабатывается на этом этапе.

На данном этапе может потребоваться совершенствование организационной структуры предприятия с учётом сферы ответственности и полномочий сотрудников, включённых в работу СУОС.

Может потребоваться проведение одного или более "нулевых" внутренних аудитов, иногда называемых предварительной оценкой. Эти аудиты выполняются самой организацией, а ещё лучше - внешним консультантом - с целью оценки модернизированной СУОС. Если результаты "нулевых" аудитов удовлетворительны, компания переходит к третьей фазе.

### **Третья фаза**

Третьей фазой является сертификация системы управления окружающей средой. Взаимодействие с консалтинговой компанией необходимо на всех трёх стадиях. Именно консалтинговая компания поможет определить стратегический курс развития системы **экологического менеджмента**, помочь выразить его во внутренней политике организации, установить достижимые и измеримые цели в области управления окружающей средой, основанные на выбранных приоритетных экологических аспектах.

Помощь специалистов-консультантов полезна при переходе к реальным шагам по внедрению СУОС: разработке и реализации программы экологического менеджмента, создании и совершенствовании системы мониторинга и измерения окружающей среды, разработке планов реагирования на аварийные ситуации, описании этой и другой деятельности в соответствующих процедурах.

Особое значение имеет внедрение на предприятии программного обеспечения для ЭВМ, позволяющего поднять СУОС на современный уровень. При этом отпадает необходимость в большом количестве бумажных документов, и при этом каждый работник предприятия своевременно получает всю необходимую для работы информацию.

### Классификация мониторинга

Мониторинг включает в себя следующие основные практические направления:

- наблюдение за состоянием окружающей среды и факторами, воздействующими на нее;
- оценку фактического состояния окружающей среды и уровня ее загрязнения;
- прогноз состояния окружающей среды в результате возможных загрязнений и оценку этого состояния.

Объектами мониторинга являются атмосфера (мониторинг приземного слоя атмосферы и верхней атмосферы); атмосферные осадки (мониторинг атмосферных осадков); поверхностные воды суши, океаны и моря, подземные воды (мониторинг гидросферы); криосфера (мониторинг составляющих климатической системы).

По объектам наблюдения различают: атмосферный, воздушный, водный, почвенный, климатический мониторинг, мониторинг растительности животного мира, здоровья населения и т.д.

Существует классификация систем мониторинга по факторам, источникам и масштабам воздействия.

**Мониторинг факторов воздействия** - мониторинг различных химических загрязнителей (ингредиентный мониторинг) и разнообразных природных и физических факторов воздействия (электромагнитное излучение, солнечная радиация, шумовые вибрации).

**Мониторинг источников загрязнений** - мониторинг точечных стационарных источников (заводские трубы), точечных подвижных (транспорт), пространственных (города, поля с внесенными химическими веществами) источников.

По масштабам воздействия мониторинг бывает пространственным и временным.

По характеру обобщения информации различают следующие системы мониторинга:

- *глобальный* - слежение за общемировыми процессами и явлениями в биосфере Земли, включая все ее экологические компоненты, и предупреждение о возникающих экстремальных ситуациях;
- *базовый (фоновый)* - слежение за общебиосферными, в основном природными, явлениями без наложения на них региональных антропогенных влияний;
- *национальный* - мониторинг в масштабах страны;
- *региональный* - слежение за процессами и явлениями в пределах какого-то региона, где эти процессы и явления могут отличаться и по природному характеру, и по антропогенным воздействиям от базового фона, характерного для всей биосферы;
- *локальный* - мониторинг воздействия конкретного антропогенного источника;
- *импактный* - мониторинг региональных и локальных антропогенных воздействий в особо опасных зонах и местах.

Классификация систем мониторинга может основываться и на методах наблюдения (мониторинг по физико-химическим и биологическим показателям, дистанционный мониторинг).

*Химический мониторинг* - это система наблюдений за химическим составом (природного и антропогенного происхождения) атмосферы, осадков, поверхностных и подземных вод, вод океанов и морей, почв, донных отложений, растительности, животных и контроль за динамикой распространения химических загрязняющих веществ. Глобальной задачей химического мониторинга является определение фактического уровня загрязнения окружающей среды приоритетными высокотоксичными ингредиентами.

*Физический мониторинг* - система наблюдений за влиянием физических процессов и явлений на окружающую среду (наводнения, вулканизм, землетрясения, цунами, засухи, эрозия почв и т.д.).

*Биологический мониторинг* - мониторинг, осуществляемый с помощью биоиндикаторов (т. е. таких организмов, по наличию, состоянию и поведению которых судят об изменениях в среде).

*Экобиохимический мониторинг* - мониторинг, базирующийся на оценке двух составляющих окружающей среды (химической и биологической).

*Дистанционный мониторинг* - в основном, авиационный, космический мониторинг с применением летательных аппаратов, оснащенных радиометрической аппаратурой, способной осуществлять активное зондирование изучаемых объектов и регистрацию опытных данных. В зависимости от принципа классификации имеются различные системы мониторинга. Наиболее универсальным является комплексный экологический мониторинг окружающей среды.

*Комплексный экологический мониторинг* окружающей среда - это организация системы наблюдений за состоянием объектов окружающей природной среды для оценки их фактического уровня загрязнения и предупреждения о создающихся критических ситуациях, вредных для здоровья людей и других живых организмов. Различают мониторинг локальный, региональный и фоновый.

При проведении комплексного экологического мониторинга окружающей среды:

а) проводится постоянная оценка экологических условий среды обитания человека и биологических объектов (растений, животных, микроорганизмов и т.д.), а также оценка состояния и функциональной целостности экосистем;

б) создаются условия для определения корректирующих действий в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются.

Система комплексного экологического мониторинга предусматривает:

- выделение объекта наблюдения;
- обследование выделенного объекта наблюдения;
- составление для объекта наблюдения информационной модели;

- планирование измерений;
- оценку состояния объекта наблюдения и идентификацию его информационной модели;
- прогнозирование изменения состояния объекта наблюдения;
- представление информации в удобной для использования форме и доведение её до потребителя.

Основные цели комплексного экологического мониторинга состоят в том, чтобы на основании полученной информации:

1) оценить показатели состояния и функциональной целостности экосистем и среды обитания человека (т.е. провести оценку соблюдения экологических нормативов);

2) выявить причины изменения этих показателей и оценить последствия таких изменений, а также определить корректирующие меры в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются (т. е. провести диагностику состояния экосистем и среды обитания);

3) создать предпосылки для определения мер по исправлению возникающих негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб, т.е. обеспечить заблаговременное предупреждение негативных ситуаций.

### **Характеристика атмосферы и виды загрязнений**

Это и твердые частицы, например частицы сажи, асбеста, свинца и взвешенные жидкие капельки углеводородов и серной кислоты, и газы, такие как оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы. Все эти загрязнения, находящиеся в воздухе, оказывают биологическое воздействие на организм человека: затрудняется дыхание, осложняется и может принять опасный характер течение сердечно-сосудистых заболеваний. Под действием одних содержащихся в воздухе загрязнителей (например, диоксида серы и углерода) подвергаются коррозии различные строительные материалы, в том числе известняк и металлы. Кроме того, может измениться облик местности, поскольку растения также чувствительны к загрязнению воздуха.

*Смог* (от англ. *smoke* - дым и *fog* - туман), нарушающий нормальное состояние воздуха многих городов, возникает в результате реакции между содержащимися в воздухе углеводородами и оксидами азота, находящимися в выхлопных газах автомобилей.

К основным загрязнениям атмосферы, которых по данным ЮНЕП ежегодно выделяется до 25 млрд. т, относят:

- диоксид серы и частицы пыли - 200 млн т/год;
- оксид азота ( $N_xO_y$ ) - 60 млн т/год;
- оксиды углерода (СО и СО<sub>2</sub>) - 8000 млн т/год;
- углеводороды (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>) - 80 млн т/год.

### **Оксид серы IV S0<sub>2</sub>**

При растворении в воде образует кислотные дожди:  $H_2O + SO_2 = H_2SO_3$ . Выделяется в атмосферу в основном в результате работы теплоэлектростанций (ТЭС) при сжигании бурого угля и мазута, а также серосодержащих нефтепродуктов и при получении многих металлов из серосодержащих руд. Кислотные дожди губят растения, закисляют почву, увеличивают кислотность озер.

Россия входит в Конвенцию по  $SO_2$  и участвует во всех процессах, способствующих снижению выбросов окислов серы в атмосферу. Используя оксиды серы как вторичное сырье, человечество для производства такого необходимого ему во многих отраслях промышленности продукта, как серная кислота, перестанет извлекать из недр ограниченные запасы серы.

**Оксиды азота ( $N_xO_y$ ).** В природе оксиды азота образуются при лесных пожарах. Высокие концентрации оксидов азота в городах и окрестностях промышленных предприятий связаны с деятельностью человека. В значительном количестве оксиды азота выделяют ТЭС и двигатели внутреннего сгорания. Выделяются оксиды азота и при травлении металлов азотной кислотой. Производство взрывчатых веществ и азотной кислоты — еще два источника выбросов оксидов азота в атмосферу.

Загрязняют атмосферу:

- $N_2O$  - оксид азота I (веселящий газ), обладает наркотическими свойствами, используется при хирургических операциях;

- $NO$  - оксид азота II, действует на нервную систему человека, вызывает паралич и судороги, связывает гемоглобин крови и вызывает кислородное голодание;

- $NO_2, N_2O_4$  - оксиды азота V ( $N_2O_4 = 2 NO_2$ ), при взаимодействии с водой образуют азотную кислоту. Вызывают поражение дыхательных путей и отек легких. Оксиды азота принимают участие в образовании фотохимического смога. Уровни фотохимического загрязнения воздуха тесно связаны с режимом движения автотранспорта. В период высокой интенсивности движения утром и вечером отмечается пик выбросов в атмосферу оксидов азота и углеводородов. Именно эти соединения, вступая в реакции друг с другом, обуславливают фотохимическое загрязнение воздуха.

**Оксид углерода II (CO).** Концентрация оксида углерода II в городском воздухе больше, чем любого другого загрязнителя. Однако поскольку этот газ не имеет ни цвета, ни запаха, ни вкуса, наши органы чувств не в состоянии обнаружить его. Самый крупный источник оксида углерода в городах — автотранспорт. В большинстве городов свыше 90% CO попадает в воздух вследствие неполного сгорания углерода в моторном топливе.

Другой источник оксида углерода - табачный дым, с которым сталкиваются не только курильщики, но и их ближайшее окружение. Доказано, что курильщик поглощает вдвое больше оксида углерода по сравнению с некурящим. Оксид углерода вдыхается вместе с воздухом или табачным дымом

и поступает в кровь, где конкурирует с кислородом за молекулы гемоглобина. Оксид углерода соединяется с молекулами гемоглобина прочнее, чем кислород.

**Оксид углерода IV (CO<sub>2</sub>).** Влияние углекислого газа (CO<sub>2</sub>) связано с его способностью поглощать инфракрасное излучения (ИК) в диапазоне длин волн от 700 до 1400 нм. Механизмом вывода углекислого газа из атмосферы является поглощение его в результате фотосинтеза растений.

**Пыль.** Причины основных выбросов пыли в атмосферу - это пыльные бури, эрозия почв, вулканы, морские брызги. Около 15 - 20% общего количества пыли и аэрозолей в атмосфере - дело рук человека: производство стройматериалов, дробление пород в горнодобывающей промышленности, производство цемента, строительство. Пыль, осевшая в индустриальных городах, содержит 20% оксидов железа (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 15% оксида кремния (SiO<sub>2</sub>) и 5% сажи (C). Промышленная пыль часто включает также оксиды различных металлов и неметаллов, многие из которых токсичны (оксиды марганца, свинца, молибдена, ванадия, сурьмы).

Пыль и аэрозоли не только затрудняют дыхание, но и приводят к климатическим изменениям, поскольку отражают солнечное излучение и затрудняют отвод тепла от Земли.

**Кислород (O<sub>2</sub>).** С течением времени содержание кислорода в атмосфере значительно менялось, поскольку менялись уровни его образования и использования.

Другая проблема - вырубка лесов, приводящая к возникновению кислородных «паразитов» - стран, которые живут за счет чужого кислорода. Например, США за счет своих растений имеет только 45% кислорода, Швейцария - 25%.

**Озон (O<sub>3</sub>).** Наиболее распространенной количественной оценкой состояния озона в атмосфере является толщина озонового слоя, приведенного к нормальным условиям, которая в зависимости от сезона, широты и долготы колеблется от 2,5 до 5 относительных мм. Области с уменьшенным содержанием на 40 - 50% озона в атмосфере называют «озоновыми дырами».

Около 90% озона находится в стратосфере. Долгое время считалось, что основной причиной истощения озонового слоя являются полеты космических кораблей и сверхзвуковых самолетов, а также извержения вулканов и другие природные явления.

Разрушительное действие хлорфторуглеродных соединений (ХФУ) на стратосферный озон было открыто в 1974 г.

ХФУ, часто встречающиеся в быту и в промышленном производстве, - это пропелленты в аэрозольных упаковках, хладоагенты (фреоны) в холодильниках и кондиционерах. Они применяются и при производстве вспененного полиуретана, и при чистке электронной техники.

Постепенно ХФУ поднимаются в верхний слой атмосферы и разрушают озоновый слой - щит атмосферы, спасающий от ультрафиолетового (УФ)



излучения. Таким образом, разложение ХФУ солнечным излучением создает каталитическую цепную реакцию, согласно которой один атом хлора способен разрушить до 100 тысяч молекул озона. Канцерогенным является УФ-излучение с длиной волны короче 320 нм. Ожидается, что каждый процент сокращения озонового слоя повлечет за собой увеличение числа случаев заболевания раком кожи на 5-6%.

### **Правовой режим природопользования и охраны окружающей среды**

**Загрязнение вод.** Правонарушениями считаются загрязнение, засорение, истощение поверхностных или полных вод, источников питьевой воды либо изменение природных свойств, если они повлекли существенный вред животному или растительному миру, рыбным запасам, лесному или сельскому хозяйству.

Существенный вред, причиненный животному и растительному миру, заключается в возникновении заболеваний или гибели животных и растений, уничтожении рыбных запасов, мест нереста и нагула, заболевании или гибели лесных массивов в снижении продуктивности земель, возникновении заболоченных или засоленных земель. Оценка причиненного вреда выполняется с учётом затрат на зарыбление водоёмов, упущенной выгоды реальной стоимости затрат на восстановительные работы и ликвидацию последствий.

**Загрязнение биосферы.** Наказывается нарушение правил выброса в атмосферу загрязняющих веществ или нарушение эксплуатации установок, сооружений и иных объектов, если это повлекло загрязнение или изменение природных свойств воздуха. Загрязнением являются: внесение в состав атмосферного воздуха, атмосферы или образование в них загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих нормативы качества или уровни естественного содержания; повышение концентрации химических веществ, взвешенных частиц; изменение теплового режима, радиационных, электромагнитных и шумовых показателей.

Источниками загрязнения могут быть, в частности, транспортные средства, предприятия промышленности, воздушные линии электропередач, распределительные подстанции, энергетические установки, станции радиолокации, сотовая и космическая связь. Причинение вреда здоровью человека происходит в результате вдыхания загрязняющих веществ, поражения кожных покровов, слизистых и иных органов.

**Загрязнение морской среды** - привнесение веществ и материалов, ухудшающих качество морской среды, ограничивающих использование, приводящее к уничтожению, истощению, заболеванию или сокращению живых ресурсов моря. Оказывается загрязнение морской среды из находящихся на суше источников либо вследствие нарушения захоронения или сброса с транспортных средств (либо с возведенных в море искусственных сооружений)

веществ и материалов вредных для здоровья человека и живых ресурсов моря, либо препятствующих правомерному использованию морской среды.

Существенный вред может проявиться в массовой гибели морских биоресурсов (рыбы, животных, растений, организмов), уничтожении мест нереста, снижении промысловых запасов рыб, уничтожении кормовой базы рыб, загрязнении мест отдыха граждан.

**Порча земли.** Правонарушениями считаются отравление, загрязнение или иная порча земли вредными продуктами хозяйственной или иной деятельности вследствие нарушения правил обращения с удобрениями, стимуляторами роста растений, ядохимикатами и иными опасными химическими и биологическими веществами при их хранении, использовании и транспортировке, повлекшие причинение вреда здоровью человека или окружающей среды,

Вредное воздействие на землю проявляется в загрязнении, захламлении, засолении, заболачивании, подтоплении, опустынивании, иссушении, переуплотнении и эрозии почвы, порче и уничтожении плодородного слоя, заражении почвы возбудителями бактериальных, паразитарных и инфекционных заболеваний. Деграция земель может вести к угрозе жизни и здоровью человека, катастрофам, разрушению историко-культурного наследия и природного ландшафта, загрязнению сельскохозяйственной продукции и водных источников, гибели животных (диких и домашних) и водных биоресурсов. Причиненный вред оценивается по соответствующим методикам или по фактическим затратам на восстановление деградированных и загрязненных земель с учетом ухудшения качества земель и по их использованию.

**Уничтожение или повреждение лесов** (а также насаждений, не входящих в лесной фонд) в результате неосторожного обращения с огнём или иным источником повышенной опасности является правонарушением.

Загрязнение леса может происходить в ходе хозяйственной или иной деятельности путем выбросов, сбросов вредных веществ, а также размещения отходов и отбросов производства, коммунально-бытовых и иных отходов, устройства свалок.

**Уничтожение критических местообитаний** для организмов, занесённых в Красную книгу Российской Федерации, повлекшее гибель популяций этих организмов, сокращение численности, нарушение среды обитания, считается правонарушением.

Уничтожение критических мест обитаний может произойти из-за хозяйственной деятельности человека, проведения взрывных работ, размещения отходов, строительства нефтепроводов, линий электропередач, каналов, плотин, введения в оборот целинных земель, проведения геологоразведочных работ, выпаса сельскохозяйственных животных, туристической деятельности, организации мест массового отдыха.

**Незаконная охота.** Охота - выслеживание с целью добычи преследование и сама добыча диких животных. Нахождение в охотничьих угодьях с ружьем охотничьими собаками, орудиями охоты приравнивается к охоте. Незаконной признается охота без соответствующего разрешения или осуществляемая вопреки запрету либо лицом, не имеющим права на охоту. Предметом незаконной охоты являются дикие животные в среде естественного обитания.

**Незаконная добыча рыбы, морского зверя (моржи, тюлени нерпы и др.) и иных водных животных или промысловых морских растений,** если она повлекла крупный ущерб и/или произведена с использованием самоходного транспортного средства, электротока, химических, взрывчатых веществ, или происходила на территории заповедника и/или в зоне экологического бедствия в местах нереста, и/ или на путях миграции, наказывается.

Нарушение правил обращения с экологически опасными веществами и отходами. Производство запрещенных видов опасных отходов, транспортировка и хранение, захоронение, использование или иное обращение радиоактивных, бактериологических, химических веществ и отходов с нарушением установленных правил, если это создало угрозу причинения существенного вреда здоровью человека или окружающей среде, являются правонарушениями.

Запрещенные виды опасных отходов - это сильнодействующие отравляющие вещества, опасные отходы - непригодное для производства или утратившее потребительские свойства сырье, вещества и энергия, способные вызвать отравление. Нарушение правил обращения с отходами состоит в противоправном действии или бездействии (невыполнении должностных обязанностей) на любой стадии их обращения. В законодательстве выделяются следующие стадии: обезвреживание, утилизация, складирование, хранение, захоронение, транспортировка, удаление.

Выделяется более 100 видов сильнодействующих веществ, в том числе, например, аминазин, барбитал натрия, клофелин, пипрадол, тазепам, френолон, хлороформ, эфир. Существует более 60 видов ядовитых веществ: метиловый спирт, стрихнин, фенол, цианистый калий, яд змеиный, некоторые соединения ртути, синильная кислота и т.д.

Нарушение правил охраны и использования недр при проектировании, размещении, строительстве, вводе в эксплуатацию и эксплуатации горнодобывающих предприятий и подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых, а также самовольная застройка площадей залегания полезных ископаемых, если эти действия повлекли значительный ущерб, считаются *правонарушением*.

### **Виды ответственности за экологические правонарушения**

Эколого-правовая ответственность является разновидностью общеюридической ответственности, но при этом отличается от иных видов юридической ответственности.

Эколого-правовая ответственность рассматривается в трех взаимосвязанных аспектах:

- как государственное принуждение к исполнению требований, предписанных законодательством;
- как правоотношение между государством (в лице его органов) и правонарушителями (которые подвергаются санкциям);
- как правовой институт, т.е. совокупность юридических норм, различных отраслей права (земельного, горного, водного, лесного, природоохранного и др.).

Экологические правонарушения наказываются в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации. Конечная цель экологического законодательства и каждой отдельной его статьи заключается в охране от загрязнения, обеспечении правомерного использования окружающей среды и ее элементов, охраняемых законом. Сферой действия экологического законодательства являются окружающая среда и ее отдельные элементы. Предметом правонарушения признается элемент окружающей среды. Требования закона предполагают установление четкой причинной связи между допущенным нарушением и ухудшением окружающей среды.

Субъектом экологических правонарушений является лицо, достигшее 16-летнего возраста, на которое нормативно-правовыми актами возложены соответствующие должностные обязанности (соблюдение правил охраны окружающей среды, контроль за соблюдением правил), либо любое лицо, достигшее 16-летнего возраста, нарушившее требования экологического законодательства.

Для экологического правонарушения характерно наличие трех элементов:

- противоправность поведения;
- причинение экологического вреда (или реальная угроза), либо нарушение иных законных прав и интересов субъекта экологического права;
- причинная связь между противоправным поведением и нанесенным экологическим вредом или реальной угрозой причинения такого вреда либо нарушением иных законных прав и интересов субъектов экологического права.

Ответственность за экологические правонарушения служит одним из основных средств обеспечения выполнения требований законодательства по охране окружающей среды и использованию природных ресурсов. Эффективность действия данного средства во многом зависит, прежде всего, от государственных органов, уполномоченных применять меры юридической ответственности к нарушителям экологического законодательства. В соответствии с российским законодательством в области охраны окружающей среды должностные лица и граждане за экологические правонарушения несут дисциплинарную, администра-

тивную, уголовную, гражданско-правовую материальную ответственность, а предприятия - административную и гражданско-правовую.

*Дисциплинарная ответственность* наступает за невыполнение планов и мероприятий по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов, за нарушение экологических нормативов и иных требований природоохранительного законодательства, вытекающих из трудовой функции или должностного положения. Дисциплинарную ответственность несут должностные лица и иные виновные работники предприятий и организаций в соответствии с положениями, уставами, правилами внутреннего распорядка и другими нормативными актами. К нарушителям в соответствии с Кодексом законов о труде могут быть применены следующие дисциплинарные взыскания: замечание, выговор, строгий выговор, увольнение с работы, другие наказания.

*Материальная ответственность* также регулируется Кодексом законов о труде. Такую ответственность несут должностные лица и иные работники предприятия, по вине которых предприятие понесло расходы по возмещению вреда, причиненного экологическим правонарушением.

Применение *административной ответственности* регулируется как природоохранительным законодательством, так и Кодексом об административных правонарушениях. Закон «Об охране окружающей среды» расширил перечень составов экологических правонарушений, при совершении которых виновные должностные, физические и юридические лица несут административную ответственность. Такая ответственность наступает за превышение предельно допустимых выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду, невыполнение обязанностей по проведению государственной экологической экспертизы и требований, содержащихся в заключении экологической экспертизы, предоставление заведомо неправильных и необоснованных заключений, несвоевременное предоставление информации и предоставление искаженной информации, отказ от предоставления своевременной, полной, достоверной информации о состоянии природной среды и радиационной обстановке и т.д.

Конкретный размер штрафа определяется органом, налагающим штраф в зависимости от характера и вида правонарушения, степени вины правонарушителя и причиненного вреда. Административные штрафы налагаются уполномоченными на то государственными органами в области охраны окружающей среды. При этом постановление о наложении штрафа может быть обжаловано в суд или арбитражный суд. Наложение штрафа не освобождает виновных от обязанности возмещения причиненного вреда.

В Уголовном кодексе России экологические преступления выделены в отдельную главу. В нем предусмотрена *уголовная ответственность* за нарушение правил экологической безопасности при производстве работ, нарушение правил хранения, утилизации экологически опасных веществ и отходов, нарушение правил безопасности при обращении с микробиологи-

ческими или другими биологическими агентами или токсинами, загрязнение вод, атмосферы и моря, нарушение законодательства о континентальном шельфе, порчу земли, незаконную добычу водных животных и растений, нарушение правил охраны рыбных запасов, незаконную охоту, незаконную порубку деревьев и кустарников, уничтожение или повреждение лесных массивов.

*Гражданско-правовая ответственность* в сфере взаимодействия общества и природы заключается, главным образом, в возложении на правонарушителя обязанности возместить потерпевшей стороне имущественный или моральный вред в результате нарушения правовых экологических требований.

Ответственность за экологические правонарушения содержит в своей сути ряд основных функций:

- стимулирующую к соблюдению норм права окружающей среды;
- компенсаторную, направленную на возмещение потерь в природной среде, возмещение вреда здоровью человека;
- превентивную, заключающуюся в наказании лица виновного в совершении экологического правонарушения.

Одним из самых тяжких экологических преступлений является *экоцид* - массовое уничтожение растительного мира (растительных сообществ земли России или отдельных ее регионов) или животного мира (совокупность живых организмов всех видов диких животных, населяющих территорию России или определенный ее регион), отравление атмосферы и водных ресурсов (поверхностные и подземные воды, которые используются или могут быть использованы), а также совершение иных действий, способных вызвать экологическую катастрофу. Общественная опасность экоцида состоит в угрозе или нанесении огромного вреда окружающей природной среде, сохранению генофонда народа, животного и растительного мира.

### **Основы рационального природопользования**

*Природопользование* - непосредственное и косвенное воздействие человека на окружающую среду в результате всей его деятельности.

*Рациональное природопользование* - планомерное, научно обоснованное преобразование окружающей среды по мере совершенствования материального производства на основе комплексного использования невозобновимых ресурсов в цикле: «производство - потребление - вторичные ресурсы» при условии сохранения и воспроизводства возобновимых природных ресурсов.

Изучение процессов, протекающих в биосфере, и влияние на них хозяйственной деятельности человека показывает, что только создание экологически безотходных и малоотходных производств может предотвратить оскудение природных ресурсов и деградацию природной среды. Хозяйственная

деятельность людей должна строиться по принципу природных экосистем, которые экономно расходуют вещество и энергию и в которых отходы одних организмов служат средой обитания для других, т. е. осуществляется замкнутый кругооборот.

Казалось бы, сегодня всем ясно, что время «покорения природы» безвозвратно прошло, и начался период глубокого, заинтересованного познания ее законов. Однако на практике объемы отходов в стране растут в два-три раза быстрее, чем объемы производства и численности населения. Лавина отходов загрязняет природу, их вредные токсичные компоненты засоряют землю, воздух, реки, моря и озера. Причина кроется в сиюминутной выгоде для производства. Но разумный человек не должен считать выгодой уничтожение всего живого, «безумное прожигание» ресурсов, не только своих, но и принадлежащих будущим поколениям. Следовательно, пришло время коренным образом изменить сам подход к понятию выгоды, когда речь идет о природопользовании.

Исходя из сказанного, можно сформулировать наиболее общее определение *рационального природопользования* - это система взаимодействия общества и природы, построенная на основе научных законов природы и в наибольшей степени отвечающая задачам как развития производства, так и сохранения биосферы.

#### Безотходные и малоотходные производства

Безотходная технология есть практическое применение знаний, методов и средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии, и защитить окружающую среду.

Под «безотходной технологической системой» (БТС) понимается такое отдельное производство или совокупность производств, в результате практической деятельности которых не происходит отрицательного воздействия на окружающую среду. В определении безотходной технологии подразумевается не только производственный процесс. Это понятие затрагивает и конечную продукцию, которая должна характеризоваться:

- долгим сроком службы изделий;
- возможностью многократного использования;
- простотой ремонта;
- легкостью возвращения в производственный цикл или перевода в экологически безвредную форму после выхода из строя.

Теория безотходных технологических процессов в рамках основных законов природопользования базируется на двух предпосылках:

- исходные природные ресурсы должны добываться один раз для всех возможных продуктов, а не каждый раз для отдельных;
- создаваемые продукты после использования по прямому назначению должны относительно легко превращаться в исходные элементы нового производства. Схема такого процесса - «спрос – готовый продукт – сырье». Но

каждый этап этой схемы требует затрат энергии, производство которой связано с потреблением природных ресурсов вне замкнутой системы. Вторым препятствием полной замкнутости процесса является износ материалов, их рассеивание в окружающей среде.

В целом комплексный подход к оценке степени безотходности производства должен базироваться на:

- учете не столько безотходности, сколько степени использования природных ресурсов;
- оценке производства на основе самого обычного материального баланса, т. е. на отношении выхода конечной продукции к массе поступившего сырья и полуфабрикатов,
- определении степени безотходности по количеству отходов, образующихся на единицу продукции.

Для расчета энергетических затрат следует рассматривать энергоёмкость продукции с учетом коэффициентов безотходности. Только в этом случае можно получить объективный показатель безотходности рассматриваемого производства.

### **Основные принципы создания безотходных производств**

Основные принципы создания безотходных производств заключаются в комплексном использовании сырья, создании принципиально новых и совершенствовании действующих технологий, создании замкнутых водо- и газооборотных циклов, кооперировании предприятий и создании территориально-производственных комплексов:

*1. Комплексное использование сырья.* Отходы производства - это неиспользованная или недоиспользованная по тем или иным причинам часть сырья. Поэтому проблема комплексного использования сырья имеет большое значение как с точки зрения экологии, так и с точки зрения экономики.

Необходимость комплексного использования природных ресурсов диктуется, с одной стороны, все увеличивающимися темпами роста объемов промышленных производств, загрязняющих окружающую среду, а, с другой, необходимостью экономного их расходования, поскольку запасы основного минерального сырья ограничены, а цены на него *непрерывно* возрастают. В свою очередь, рост цен ускоряет внедрение и разработку малоотходных и безотходных производств, поскольку расширяются пределы их экономической рентабельности.

Рациональное комплексное использование сырья позволяет уменьшить количество недоиспользованных веществ, увеличить ассортимент готовых продуктов, выпускать новые продукты из той части сырья, которая раньше уходила в отходы.

*2. Создание принципиально новых и совершенствование действующих технологий (схем).* Это очень важный этап в технологии.



3. *Создание замкнутых водо- и газооборотных циклов.* С позиций экологической безопасности и надежности не менее важной представляется задача по созданию замкнутых водо- и газооборотных циклов.

4. *Кооперирование предприятий, создание территориально-производственных комплексов.* В большинстве случаев отходы одного производства являются сырьем для других производств. В связи с этим предлагается сам термин «отходы» заменить на «продукты незавершенного производства». При этом основная задача состоит в изыскании возможностей для применения продуктов незавершенного производства в других производствах или отраслях народного хозяйства, которые могли бы строить свою деятельность на них как на вторичных материальных ресурсах.

Большая работа проводится в различных странах по созданию так называемых «банков отходов», т. е. по систематизации отходов различных отраслей промышленности, например, химической, нефтехимической отраслей, металлургии.

Наиболее благоприятные возможности для межотраслевого кооперирования складываются в условиях территориально-производственных комплексов (ТПК). Самый эффективный тип организации производства - сочетание межрайонной специализации с внутрирайонной кооперацией.

### **План практических занятий**

1. Выполнение каждым студентом учебной группы доклада по темам, приведённым в приложении 1, объёмом не менее 10 листов формата А4, шрифт Times new roman 14 пт, межстрочный интервал – одинарный.

2. Решение задач по вариантам с использованием заданий методического пособия № 966 «Промышленная экология: Расчёт выбросов загрязняющих веществ от воздушных судов: Пособие для практических занятий и дипломного проектирования».

3. Промежуточный контроль знаний с использованием тестовых вариантов по 7 разделам методического пособия № 1479, Николайкина Н.Е., Матягина А.М. "Пособие для работы студентов по дисциплине «Экология»", часть 1, 2002.

4. Деловая игра «Экологический кроссворд», включает разделение учебной группы на 2 команды, каждая из которых составляет свой кроссворд, состоящий из 10 слов по горизонтали и 10 слов по вертикали, на определённую

экологическую тематику, не совпадающую с командой противника, затем два представителя соревнующихся команд отгадывают слова-существительные, зашифрованные в кроссворде, при оглашении определений этих слов.

### **Список литературы для самостоятельной подготовки:**

1. Куклев Ю.И. Физическая экология – М.: Высшая школа, 2001. – 360 с.
2. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно-транспортная экология: Учебник / Под ред. В.Н. Луканина. – М.: Высшая школа, 2001. – 273 с.
3. Оценка и управление техногенной нагрузкой химических предприятий на природную среду / О.С. Балабеков, Ж.К. Бахов, О.Г. Воробьев, Б.С. Шакиров. Под ред. Воробьева О.Г. – Алматы: Кітап палатасы. 2002. – 202 с.
4. Гонопольский А.М. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Инженерная защита окружающих территорий мегаполиса. – М.: МГУИЭ, 2004. – 368 с.
5. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова О.П. Экология: Учебник для вузов. 3-е изд. – М.: Дрофа, 2004. – 624 с.
6. Гонопольский А.М., И.М. Рукина, О.Л.Фёдоров. Региональная экономическая стратегия обращения с отходами. – М.: МГУИЭ, 2005. – 164 с.
7. Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С. Защита биосферы от промышленных выбросов. – М.: Химия, Колосс, 2005. – 392 с.
8. Николайкин Н.И., Смирнова Ю.В., Карпин Б.Н. Экология. Промышленная экология. Расчет выбросов загрязняющих веществ двигателями гражданских воздушных судов. – М.: МГТУ ГА, 2006. – 64с.

## **Приложение 1**

### **Темы докладов**

1. Атмосфера, её строение и основные характеристики.
2. Гидросфера, её строение и основные характеристики.
3. Литосфера, её строение и основные характеристики.
4. Особо охраняемые природные территории.
5. Биогеохимические циклы.
6. Негативные последствия применения пестицидов.
7. Влияние гражданской авиации на атмосферу.
8. Влияние гражданской авиации на гидросферу.
9. Влияние гражданской авиации на литосферу.
10. Хемо и фотосинтез.
11. Эвтрофикация водоёмов.

12. Автотранспорт и экология города.
13. Альтернативные источники энергии.
14. Антропогенные воздействия на биосферу.
15. Антропогенные загрязнения почвенного покрова.
16. Атомные станции.
17. Биогеофизические круговороты веществ в природе.
18. Биосфера и ноосфера.
19. Влияние деятельности человека на биосферу. Проблемы городских отходов.
20. Влияние интенсификации сельского хозяйства на природопользование и экологию человека.
21. Влияние парникового эффекта на изменение климата Земли.
22. Влияние природного радиоактивного фона на здоровье человека.
23. Влияние электромагнитного поля на живые организмы и защита от вредного воздействия электромагнитного поля.
24. Воздействие электростанций на окружающую среду.
25. Гидроэлектростанции и связанные с ними экологические проблемы.
26. Использование солнечной энергии.
27. Использование ветровой энергии.
28. Катастрофы и стихийные бедствия.
29. Кислотный дождь и условия их образования.
30. Круговорот кислорода, углерода, азота, фосфора и серы в биосфере.
31. Круговорот кислорода. Озоновый экран.
32. Малоотходные и безотходные технологии.
33. Пестициды и удобрения. Их роль.
34. Разрушение озонового слоя земли хлорфторуглеводородами.
35. Юридическая ответственность за экологические правонарушения.

## Приложение 2

### Контрольные вопросы для подготовки к экзамену

1. Экология – её определение и структура.
2. Факторы среды обитания – схема.
3. Абиотические факторы среды обитания, их характеристика.
4. Симбиоз - определение, виды.
5. Антибиоз - определение, виды.
6. Закон минимума Либиха.
7. Закон толерантности.
8. Закон лимитирующих факторов.
9. Природные ресурсы земли, определение и общая характеристика (классификация по принципу исчерпаемости).
10. Классификация природных ресурсов.

11. Перечислите физические факторы загрязнения окружающей среды.
12. Дайте определение и перечислите виды звукового воздействия.
13. Укажите объективные характеристики шума.
14. Укажите субъективные характеристики шума.
15. Дайте определение, перечислите виды и особенности электромагнитного воздействия.
16. Перечислите техногенные источники образования электромагнитного поля.
17. Укажите причины образования теплового воздействия.
18. Укажите причины образования ионизирующего излучения.
19. Укажите причины образования вибрационного загрязнения.
20. Дайте характеристику и перечислите причины аварийно-залпового загрязнения.
21. Укажите причины образования ландшафтных нарушений и их последствия.
22. Перечислите, какие виды дорожных покрытий существуют, в чём их особенность, пути расчёта истирания этих покрытий.
23. Укажите группы особых факторов, возникающих в "краевых зонах" изменённых ландшафтов.
24. Укажите причины биологического загрязнения биосферы и меры его контроля.
25. Классификация экологического мониторинга.
26. Что такое комплексный экологический мониторинг и что он предусматривает?
27. Типы предельно допустимых концентраций в воздушной среде.
28. Типы предельно допустимых концентраций в водной среде.
29. Типы предельно допустимых концентраций в почве.
30. Что служит в качестве критерия количественной оценки уровня загрязнения окружающей среды?
31. Перечислите последствия для окружающей среды Чернобыльской катастрофы на примере эволюционного развития.
32. Особенности звукового воздействия на поведение человека.
33. Дайте определение природопользованию и рациональному природопользованию.
34. Оксид серы, воздействие на биосферу.
35. Оксиды азота, воздействие на биосферу.
36. Оксид углерода II, воздействие на биосферу.
37. Пыль, воздействие на биосферу.
38. Озон, воздействие на биосферу.
39. Как влияют отклонения от нормального диапазона звукового воздействия на окружающую среду?
40. Дайте определение безотходной технологии.
41. Дайте определение безотходной технологической системе.
42. Чем характеризуется конечная продукция?
43. На каких предпосылках базируется теория безотходных технологических процессов?
44. На чём базируется комплексный подход к оценке степени безотходности?

45. Перечислите и кратко дайте характеристику принципу создания безотходного производства.
46. Дайте характеристику комплексному использованию сырья.
47. Безотходное потребление, его особенности и пути достижения.
48. Особенности безопасного и социально-экологического контроля.
49. Основные требования к проведению экологического контроля.
50. Перечислите виды контроля за состоянием окружающей среды.
51. Какие методы применяют для снижения давления на окружающую среду?
52. Что такое экологический мониторинг?
53. Для чего нужна экологическая экспертиза.
54. Что является объектами государственной экологической экспертизы?
55. Перечислите и дайте краткую характеристику этапам экологического сопровождения хозяйственной деятельности.
56. В чём заключается экологическое правонарушение?
57. Дайте характеристику вреда окружающей среде.
58. В чём заключается правонарушение в загрязнении воды?
59. В чём заключается правонарушение в загрязнении биосферы?
60. В чём заключается правонарушение в загрязнении морской среды?
61. В чём заключается правонарушение в порче земли?
62. В чём заключается правонарушение в уничтожении или повреждении лесов?
63. В чём заключается правонарушение в уничтожении критических местообитаний?
64. Дайте характеристику незаконной охоте.
65. В чём заключается правонарушение в нарушении правил обращения с экологически опасными веществами и отходами?
66. Эколого-правовая ответственность, определение аспекты.
67. Экологические правонарушения (предмет, субъект, сфера действия).
68. Три элемента экологического правонарушения.
69. Характеристики дисциплинарной ответственности.
70. Характеристики материальной ответственности.
71. Характеристики административной ответственности.
72. Характеристики уголовной ответственности.
73. Характеристики гражданско-правовой ответственности.
74. Функции ответственности за экологические правонарушения.
75. Три уровня наказания за экологическое правонарушение.
76. Определение и характеристики экоцида.
77. Дайте определение понятию устойчивого развития.
78. Направления достижения устойчивого развития.
79. Ресурсный потенциал ландшафта.
80. В чём заключается эколого-экономическая оценка использования природных ресурсов?
81. Чем поддерживается гомеостаз природных систем?

82. Блоки гомеостаза.
83. Пути обеспечения экологической безопасности.
84. Особенности воздействия энергетики на окружающую среду.
85. Перечислите основные экологические проблемы тепловой энергетики.
86. Воздействие теплоэлектростанции на окружающую среду.
87. Перечислите основные экологические проблемы гидроэнергетики.
88. Дайте определение зоне аэродрома (аэропорта).
89. Зоны загрязнения атмосферы.
90. Дайте определение взлётно-посадочному циклу.
91. Что в себе содержит понятие стандартная атмосфера?
92. Дайте определение валовому выбросу вещества.
93. Дайте определение индексу эмиссии.