

## **Содержание**

<b>РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ .....</b>	<b>5</b>
Глава 1. Общая экология и учение о биосфере .....	5
1.1. Экология особей .....	5
1.2. Экология популяций .....	24
1.3. Экология сообществ и экосистем .....	40
1.4. Учение о биосфере .....	70
Глава 2. Экологические проблемы и основы природопользования .....	89
2.1. Взаимоотношения природы и общества ....	89
2.2. Важнейшие экологические проблемы современности .....	93
2.3. Рациональное природопользование и охрана природы .....	104
2.4. Природная среда: природные ресурсы и природные условия .....	107
2.5. Мероприятия по охране окружающей среды и рационализации природопользования.....	110
Глава 3. Экология и здоровье человека .....	125
3.1. Факторы риска для здоровья человека....	125
3.2. Экологическая ниша человека .....	135
<b>РАЗДЕЛ 2. ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО ЭКОЛОГИИ .....</b>	<b>140</b>
Практическая работа № 1. Характеристика основных сред обитания.....	140
Практическая работа № 2. Характеристика и структура популяций. Решение экологических задач.....	140
Практическая работа № 3. Биотическая структура экосистем. Биотические взаимоотношения. Трофические связи .....	145
Практическая работа № 4. Понятие	

экосистемы и биоценоза. Энергетика и динамика экосистем .....	149
Практическая работа № 5. Учение о биосфере...	154
Практическая работа № 6. Экологические проблемы и охрана атмосферы, гидросфера и почв .....	158
Список литературы .....	167
Глоссарий.....	170

# **РАЗДЕЛ 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ**

## **Глава 1. Общая экология и учение о биосфере**

### **1.1. Экология особей**

#### **1.1.1. Среда обитания и экологические факторы**

**Среда обитания.** Одним из важнейших понятий экологии является *среда обитания*.

Каждый живой организм на Земле оказывается окруженным различными предметами и явлениями: например, цветок окружает атмосферный воздух, почва, свет, температура, живые организмы. Вся совокупность предметов и явлений, окружающих цветок, представляет среду его обитания.

*Среда обитания* – это совокупность факторов и элементов, действующих на организм в месте его обитания, или природные тела и явления, с которыми организмы находятся в прямых или косвенных взаимоотношениях.

В структуре среды обитания отдельно выделяют понятия *естественная, антропогенная и искусственная среда*.

*Естественная* (природная) *среда* – это все живое и безжизненное, что окружает организмы и с чем они взаимодействуют, или это совокупность биотических и абиотических факторов, без вмешательства человека.

В настоящее время человек проживает не в естественной среде, и попасть в нее современному жителю города и даже села довольно сложно, так как даже за городом человек находится в бывшей естественной среде: среди вырубленных лесов, распаханных полей.

Естественная среда сохраняется в труднодоступных участках территории и акватории (напр., в непроходимых лесах, болотах, высоко в горах, в глубинах океана), там, где те или иные факторы препятствуют хозяйственной деятельности человека.

Естественная среда сохраняется человеком специально на участках особо охраняемых природных территорий – ООПТ (см. ниже), наибольшим режимом охраны из которых обладают заповедники.

*Антропогенная* (измененная человеком) среда – это естественная среда обитания, преобразованная хозяйственной деятельностью человека.

Антропогенная среда – бывшая естественная, сюда входит среда населенных пунктов, на месте которых когда-то находились леса и поля.

Антропогенная среда *включает среду обитания человека*, которая, в свою очередь, включает *социальную среду, культурную* и т. д.

*Искусственная* среда также создана человеком, но отличается от антропогенной тем, что не имеет в основе естественной среды обитания и создана на голом месте.

На нашей планете живые организмы освоили четыре основные среды обитания: это *почвенная, водная, наземно-воздушная среда* и живые организмы как среда обитания (см. табл. 1).

Каждая из этих сред отличается специфическими воздействиями на организм, которые называются *факторы среды*.

**Факторы среды.** *Фактор среды* (экологический фактор) – это компонент среды обитания, любой предмет или явление, прямо или косвенно воздействующее на организм.

Все экологические факторы условно по своей природе делятся на *биотические, абиотические и антропогенные*.

Абиотические факторы отражают воздействие неживой природы, биотические – живой природы, антропогенные (являются частью биотических, но выделены в связи с особой значимостью) связаны с хозяйственной деятельностью человека.

Таблица 1

**Сравнительная характеристика сред обитания и адаптаций к ним живых организмов**

Среда	Характеристика	Адаптации организма к среде
Водная	Самая древняя. Освещенность убывает с глубиной. При погружении на каждые 10 м давление возрастает на 1 атмосферу. Дефицит кислорода. Степень солености возрастает при переходе от пресных вод к морским и океаническим. Относительно однородная (гомогенная) в пространстве и стабильная во времени	Обтекаемая форма тела, плавучесть, слизистые покровы, развитие воздухоносных полостей, осморегуляции
Почвенная	Создана живыми организмами. Осваивалась одновременно с наземно-воздушной средой. Дефицит или полное отсутствие света. Высокая плотность. Четырехфазная (фазы: твердая, жидккая, газообразная, живые организмы). Неоднородная (гетерогенная) в пространстве. Во времени условия более постоянны, чем в наземно-воздушной среде обитания, но более динамичны, чем в водной и организменной	Форма тела вальковатая, слизистые покровы или гладкая поверхность, у некоторых имеется копательный аппарат, развитая мускулатура. Для многих группы характерны микроскопические или мелкие размеры как приспособление к жизни в пленочной воде или в воздухоносных порах. Эфемерность жизни: легкий переход из активного состояния в покой и наоборот

Наземно-воздушная	Разреженная. Обилие света и кислорода. Гетерогенная в пространстве. Очень подвижная (динамичная) во времени	Выработка опорного скелета, механизмов регуляции гидротермического режима. Освобождение полового процесса от жидкой среды
Организменная	Очень древняя. Жидкая (кровь, лимфа) или твердая, плотная (ткани). Наибольшее постоянство среды во времени из всех сред обитания	Коадаптация паразита и хозяина, симбионтов друг к другу, выработка у паразита защиты от переваривания хозяином и системы зажоривания в среде, усиление полового размножения, редукции зрения, пищеварительной системы, синхронизация биоритмов

Биотические факторы – это все возможные влияния, которые испытывает живой организм со стороны окружающих его живых существ, т. е. это совокупность влияний жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а также на неживую природу.

Окружающий животный и растительный мир – это составная часть среды обитания для каждого живого существа. Биотические связи между отдельными видами организмов лежат в основе существования популяций, биоценозов и биосфера в целом.

При этом взаимоотношения могут быть *внутривидовыми* (взаимодействия между особями одного вида) и *межвидовыми* (между особями разных видов).

По типу взаимодействия (см. ниже) различают *протокооперацию (симбиоз)*, *мутиализм*, *комменсализм*, *внутривидовую и межвидовую конкуренции*, *паразитизм*, *хищничество, аменсализм, нейтраллизм*.

В зависимости от воздействующего организма биотические факторы делят на *фитогенные* (влияние расте-

ний), зоогенные (влияние животных) и микробогенные (влияние микроорганизмов).

Каждый организм постоянно испытывает на себе прямое или косвенное влияние живых существ, вступает в связь с представителями своего вида и других видов – растениями, животными, микроорганизмами, зависит от них и сам оказывает на них воздействие.

Например, растения в процессе фотосинтеза выделяют кислород, необходимый для дыхания животных, а животные обеспечивают поступление в атмосферу углекислого газа, без которого растения не могут осуществлять фотосинтез.

Действие биотических факторов может быть как *прямым*, так и *косвенным*.

*Прямые* – это непосредственное влияние одних организмов на другие, *косвенные* – это влияние через изменение комплекса абиотических факторов, например изменение состава почвы под влиянием бактерий или изменение микроклимата в лесу.

*Абиотические факторы* – это все влияющие на организм элементы неживой природы (температура, свет, влажность, состав воздуха, воды, почвы, естественный радиационный фон Земли, рельеф местности) и др.

Абиотические факторы, в свою очередь, делятся:

- 1) на климатические или физические (освещённость, температура, влажность, атмосферное давление, скорость движения ветра);
- 2) почвенно-грунтовые (плотность, механический состав, влагоёмкость, воздухопроницаемость почвы);
- 3) орографические (рельеф местности, высота над уровнем моря, экспозиция склона);
- 4) химические (газовый состав воздуха, солевой состав воды, кислотность);
- 5) физические (магнитное поле, атмосферное давление, солнечное излучение).

Важнейшим абиотическим фактором является солнечное излучение, от которого зависит фотосинтез и создание растениями биомассы.

Вода также является важным абиотическим фактором. Для нормальной жизнедеятельности растений и животных должен постоянно поддерживаться баланс между потреблением воды и ее испарением.

Действие абиотических факторов также может быть *прямым* и *косвенным*.

*Антропогенные* – это факторы, обусловленные активным отношением человека к природе, т. е. это деятельность человека, приводящая либо к прямому воздействию на живые организмы, либо к изменению среды их обитания.

При этом различается воздействие человека как биологического организма (*собственно антропогенные факторы*) и его хозяйственная деятельность (*техногенные факторы*). По мере роста народонаселения и технической вооруженности человечества удельный вес техногенных экологических факторов неуклонно возрастает.

Деятельность человека на планете следует рассматривать как особую силу, оказывающую на природу как *прямое*, так и *косвенное* воздействие.

К *прямому* воздействию относят потребление, размножение и расселение человеком отдельных видов животных и растений, и создание целых биоценозов. *Косвенное* воздействие осуществляется путем изменения среды обитания организмов: климата, режима рек, состояния земель и др.

Разные экологические факторы обладают различной изменчивостью в пространстве и во времени и делятся на *постоянные* и *изменчивые*.

Некоторые факторы среды считаются относительно *постоянными* на протяжении длительных периодов времени (например, сила тяготения, солнечная радиация, химический состав океана). Большинство экологических факторов очень *изменчивы* в пространстве и во времени

(температура воздуха, влажность, скорость движения воздуха).

Изменения факторов среды могут быть *периодическими*, т. е. регулярно повторяющимися (изменение температуры воздуха и освещенности в течение суток или года), и *непериодическими* (извержение вулкана, нападение хищника).

Экологические факторы оказывают на живые организмы различные воздействия:

- ✓ *ограничивающее* (делает невозможным существование в данных условиях);
- ✓ *раздражительное* (вызывает биохимические и физиологические адаптации);
- ✓ *модификационное* (вызывает морфологические и анатомические изменения организмов);
- ✓ *сигнальное* (информирует об изменениях других факторов среды).

В природе экологические факторы действуют совместно, т. е. *комплексно*. Комплекс факторов, под действием которых осуществляются все основные жизненные процессы организмов, включая нормальное развитие и размножение, называются *условиями жизни*.

Условия, в которых размножения не происходит, называются *условиями существования*.

Организм по отношению к факторам среды вырабатывает определенные приспособления, или *адаптации*.

**Жизненные формы организмов.** Среди приспособлений живых организмов к среде особую роль играют морфологические адаптации.

Изменения в наибольшей степени затрагивают органы, находящиеся в непосредственном соприкосновении с внешней средой. В результате наблюдается *конвергенция* (сближение) морфологических (внешних) признаков, в то время как анатомические и другие признаки остаются неизмененными, отражая родство и происхождение видов.

Морфологический тип приспособления животного или растения к основным факторам местообитания и определенному образу жизни называют *жизненной формой*

*организма*. Существует большое количество классификаций жизненных форм растений и животных, основанных на разных признаках. В качестве примера приведем по одной классификации жизненных форм растений и животных.

Классификация жизненных форм растений К. Раункиера (1934 г.) по расположению почек или верхушек побегов в течение неблагоприятного времени года по отношению к поверхности почвы и снегового покрова.

Этот признак имеет глубокий биологический смысл: защита меристем, предназначенных для продолжения роста, обеспечивает непрерывное существование особи в условиях резко измениющейся среды.

I. *Фанерофиты* (Рп) – почки возобновления, открытые или закрытые, расположены высоко над поверхностью почвы (выше 30 см).

II. *Хамефиты* (Ch) – почки возобновления у поверхности почвы или не выше 20–30 см.

III. *Гемикриптофиты* (НК) – почки возобновления у поверхности почвы или в самом поверхностном ее слое, часто покрытым подстилкой.

IV. *Криптофиты* (К) – почки возобновления скрыты в почве (геофиты) или под водой (гелофиты и гидрофиты).

V. *Терофиты* (Th) – возобновление после неблагоприятного времени года только семенами.

Классификация жизненных форм животных Д. Н. Кашкарова (1945 г.) по характеру передвижения в разных средах.

I. *Плавающие формы*.

1. Чисто водные: а) нектон, б) планктон, в) бентос.

2. Полуводные: а) ныряющие, б) неныряющие, в) лишь добывающие из воды пищу.

II. *Роющие формы*.

1. Абсолютные землерои (всю жизнь проводящие под землей).

2. Относительные землерои (выходящие на поверхность).

### *III. Наземные формы.*

1. Не делающие нор: а) бегающие, б) прыгающие, в) ползающие.
2. Делающие норы: а) бегающие, б) прыгающие, в) ползающие.
3. Животные скал.

*IV. Древесные лазающие формы:* а) не сходящие с деревьев, б) лишь лазающие по деревьям.

*V. Воздушные формы:* а) добывающие пищу в воздухе, б) высматривающие пищу с воздуха.

**Экологические классификации организмов.** По отношению к основным экологическим факторам среды можно выделить экологические группы организмов.

**Свет.** В спектре солнечного света выделяют области, различные по своему биологическому действию: ультрафиолетовые, видимые и инфракрасные лучи.

*Ультрафиолетовые лучи* в небольших дозах необходимы живым организмам (бактерицидное действие, стимуляция роста и развития клеток, синтез витамина D и т. д.), в больших дозах губительны из-за способности вызывать мутации. Значительная часть ультрафиолетовых лучей отражается озоновым слоем.

*Видимые лучи* – основной источник жизни на Земле, дающий энергию для фотосинтеза.

*Инфракрасные лучи* – основной источник тепловой энергии.

Для растений солнечный свет необходим, прежде всего, как источник энергии для фотосинтеза. По отношению к условиям освещенности растения делят на следующие экологические группы:

- 1) *гелиофиты (светолюбивые)* – растения, обитающие в условиях хорошего освещения (имеют мелкие листья, сильно ветвящиеся побеги, значительное количество пигментов в листьях и др.);
- 2) *циофиты (тенелюбивые)* – растения, плохо переносящие прямые солнечные лучи (имеют крупные, тонкие листья, расположенные горизонтально, с меньшим количеством устьиц);

3) *факультативные гелиофиты (теневыносливые)* – растения, способные обитать как в условиях хорошего освещения, так и в условиях затенения (имеют переходные черты).

Для животных свет – это условие ориентации. Животные бывают с *дневным, ночным и сумеречным* образом жизни.

По отношению к продолжительности дня организмы делят на *короткодневные* (обитатели низких широт) и *длиннодневные* (обитатели умеренных и высоких широт).

Реакция организмов на продолжительность дня называется *фотопериодизмом*.

Это очень важное приспособление, регулирующее сезонные явления у организмов. Изменение длины дня тесно связано с годовым ходом температуры, но в отличие от последней не подвержено случайным колебаниям. Фотопериодизм обусловливает такие сезонные явления, как листопад, перелеты птиц и т.п.

**Температура.** От температуры окружающей среды зависит температура организмов, а следовательно, скорость всех химических реакций, составляющих обмен веществ.

В основном живые организмы способны жить при температуре от 0 до -50°C, что обусловлено свойствами цитоплазмы клеток. Верхним температурным пределом жизни является 120–140°C (близкие к нему значения температуры выдерживают споры, бактерии), нижним 190–273°C (переносят споры, семена, сперматозоиды).

По отношению к температуре организмы делят на *криофилов* (обитающих в условиях низких температур) и *термофилов* (обитающих в условиях высоких температур).

Организмы могут использовать два источника тепловой энергии: *внешний* (тепловая энергия Солнца или внутреннее тепло Земли) и *внутренний* (тепло, выделяемое при обмене веществ).

В зависимости от того, какой источник преобладает в тепловом балансе, живые организмы делят на три группы:

- 1) *пойкилотермные* организмы неспособны поддерживать температуру, отличную от температуры окружающей среды (микроорганизмы, растения, беспозвоночные и низшие позвоночные животные);
- 2) *гомойотермные* организмы способны поддерживать температуру, отличную от температуры окружающей среды (птицы и млекопитающие);
- 3) *гетеротермные* организмы способны к частичной регуляции температуры тела (животные, впадающие в спячку или оцепенение в неблагоприятный период года – суслики, сурки, ежи, летучие мыши и др.).

У живых организмов различают три механизма терморегуляции:

- ✓ *химическая* терморегуляция (изменение величины теплопродукции за счет изменения интенсивности обмена веществ);
- ✓ *физическая* (изменение величины теплоотдачи);
- ✓ *экологическая* или *поведенческая* (избегание условий с неблагоприятными температурами).

**Вода.** Вода обеспечивает протекание в организме обмена веществ и нормальное функционирование организма в целом. Одни организмы живут в воде, другие приспособились к постоянному недостатку влаги.

По отношению к воде растения делят на следующие экологические группы:

- 1) *гидатофиты* – водные растения;
- 2) *гидрофиты* – наземно-водные растения;
- 3) *гигрофиты* – наземные растения, живущие в условиях повышенной влажности;
- 4) *мезофиты* – растения, которые могут переносить непродолжительную и не очень сильную засуху;
- 5) *ксерофиты* – растения, приспособленные к жизни в местообитаниях с недостаточным увлажнением; среди ксерофитов выделяют:
  - a. *суккуленты* – сочные растения, накапливающие воду в тканях своего тела;

b. *склерофиты* – растения, теряющие значительное количество воды.

Среди животных выделяются *гигрофиллы* (влаголюбивые), *ксерофиллы* (сухолюбивые) и *мезофиллы* (промежуточная группа).

**Почва.** Важнейшими экологическими факторами, характеризующими почву как среду обитания, являются кислотность, валовой состав, содержание органических веществ, структура, плотность, засоленность, гранулометрический состав и др.

По отношению к кислотности почвы растения делят на следующие экологические группы:

- 1) *ацидофилы* (растут на почвах с  $\text{pH} < 6,7$ );
- 2) *нейтрофиллы* ( $\text{pH} = 6,7\text{--}7,0$ );
- 3) *базифиллы* ( $\text{pH} > 7,0$ );
- 4) *индифферентные* виды (обитают на почвах с разным значением  $\text{pH}$ ).

По отношению к валовому составу элементов питания почвы среди растений различают:

- 1) *олиготрофов* (растения, довольствующиеся малым количеством зольных элементов);
- 2) *эвтрофов* (нуждаются в большом количестве зольных элементов);
- 3) *мезотрофов* (требуют умеренного количества зольных элементов).

По другим признакам среди растений выделяют группы:

- 1) *галофиты* (растения засоленных почв);
- 2) *нитрофиллы* (растения, предпочитающие почвы, богатые азотом);
- 3) *петрофиты* (растения каменистых почв);
- 4)  *псаммофиты* (растения песков).

По степени связи с почвой как средой обитания животных объединяют в три экологические группы:

✓ *геобионты* – животные, постоянно обитающие в почве, весь цикл развития которых протекает в почвенной среде;

✓ *геофиллы* – животные, часть цикла развития которых (чаще одна из фаз) обязательно проходит в почве;

- ✓ геоксаны – животные, иногда посещающие почву для временного укрытия или убежища.

### 1.1.2. Закономерности действия факторов

Различные факторы по разному (с разной силой) действуют на живой организм. Это зависит от силы воздействия фактора и от особенностей самого организма, который подвергается воздействию.

Например, температура умеренная не вызовет гибели растений средней полосы, но погубит теплолюбивые южные виды; очень низкая температура вызовет гибель как тех, так и других.

Более того, одни и те же экологические факторы для одних организмов могут быть благоприятными, для других – нет.

Экологические факторы чрезвычайно разнообразны, и каждый вид, испытывая их влияние, отвечает на него по-разному. Тем не менее есть некоторые общие законы, которым подчиняются ответные реакции организмов на любой фактор среды.

**Закон оптимума.** Он отражает то, как переносят живые организмы разную силу действия экологических факторов. Сила воздействия каждого из них постоянно меняется. Мы живем в мире с переменными условиями, и лишь в определенных местах планеты значения некоторых факторов более или менее постоянны (в глубине пещер, на дне океанов).

Закон оптимума выражается в том, что *любой экологический фактор имеет определенные пределы положительного влияния на живые организмы, чем большее отклоняется значение фактора, тем менее благоприятно это для организма.*

При отклонении от этих пределов знак воздействия меняется на противоположный. Например, животные и растения плохо переносят сильную жару и сильные морозы; оптимальными являются средние температуры. Точно так же и засуха, и постоянные проливные дожди одинаково неблагоприятны для урожая.

Закон оптимума свидетельствует о мере каждого фактора для жизнеспособности организмов.

На графике он выражается симметричной кривой (*кривая оптимума*), показывающей, как изменяется жизнедеятельность вида при постепенном увеличении воздействия фактора (рис. 1).

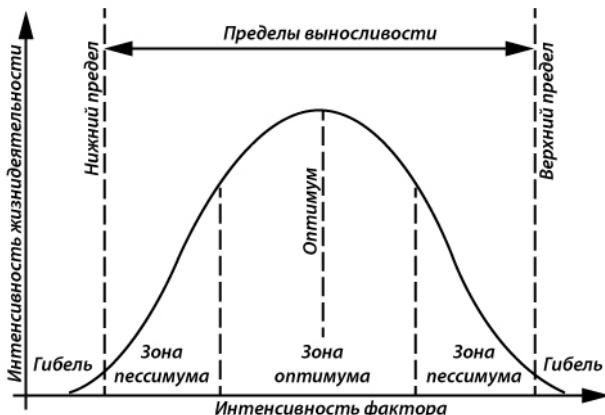


Рис. 1. Зависимость действия экологического фактора от его интенсивности

В центре кривой – зона *оптимума*. Оптимум – такое количество экологического фактора, при котором интенсивность жизнедеятельности организма максимальна. При оптимальных значениях фактора организмы активно растут, питаются, размножаются.

Чем больше отклоняется значение фактора вправо или влево, т. е. в сторону уменьшения или увеличения силы действия, тем менее благоприятно это для организма. Здесь располагаются две зоны *пессимума*, или угнетения, в них жизнедеятельность организма угнетена, размножение затруднено, поэтому количество особей значительно меньше по сравнению с зоной оптимума.

Зоны пессимума ограничены критическими точками. *Критическая точка* – это такая сила воздействия фактора, за которой наступает гибель организма.

Условия, близкие к критическим точкам, называют *экстремальными*.

Расстояние между критическими точками показывает *пределы выносливости* организма или вида к изменению фактора.

Способность живых организмов переносить количественные колебания действия экологического фактора называется *экологической толерантностью* (*валентностью*, *устойчивостью*).

Толерантность (валентность) отражает способность организма (вида) приспосабливаться к действию того или иного фактора. Например, организм с высокой валентностью или толерантностью к действию температуры – это северный олень (он выдерживает колебание температуры воздуха от -55 до +30°C), а тропические кораллы имеют низкую толерантность по отношению к температуре и гибнут уже при изменении температуры на 5–6 °C.

По отношению к влажности – растение недотрога вянет, если воздух не насыщен водяными парами, а ковыль хорошо переносит изменения влажности и не погибает даже в засуху. Следовательно, то, что является оптимальным для одного вида, для другого представляет пессимум или даже находится за пределами критических точек.

Виды с широкой зоной толерантности называются *эврибионтными*, с узкой – *стенобионтными*.

Эврибионтами по отношению к большинству экологических факторов, т. е. наиболее приспособленными и выносливыми организмами, являются колорадский жук, мыши, крысы, волки, тараканы, камыш, пырей, бактерии и синезеленые водоросли. Они способны населять практически любые климатические зоны и места обитания.

Организмами с низкой приспособленностью к действию большинства экологических факторов (крайними стенобионтами) являются орхидеи, форель, дальневосточный рябчик, глубоководные рыбы. Они обитают в крайне специализированных условиях, соответствующих их физиологическим требованиям.

Среди эврибионтов и стенобионтов в зависимости от конкретного фактора организмы разделяют на *эвритеческие и стенохромные* (по реакции на температуру), *эвригалинные и стенохалинные* (по реакции на соленость водной среды), *эврифоты и стенофоты* (по реакции на освещение).

Таким образом, закон оптимума показывает, что для каждого вида есть своя мера влияния каждого фактора. И уменьшение, и усиление воздействия за пределами этой меры ведет к гибели организмов.

**Закон лимитирующего фактора.** Для понимания связи видов со средой не менее важен закон лимитирующего (ограничивающего) фактора.

То, что мы знаем о законе оптимума, позволяет понять, что нет всецело положительных или отрицательных, важных или второстепенных факторов, а все зависит от силы воздействия каждого из них.

Закон лимитирующего фактора гласит, что *наиболее значим тот фактор, который больше всего отклоняется от значений, оптимальных для организма*.

Лимитирующими (ограничивающими) факторами являются такие, уровень (доза) которых приближается к границе выносливости организма, причем даже единственный фактор за пределами своего оптимума приводит к стрессовому состоянию организма, а за критическими точками – к его гибели.

Именно от лимитирующих факторов и зависит в данный конкретный период выживание особей. В другие отрезки времени ограничивающими могут стать другие факторы, и в течение жизни организмы встречаются с самыми разными ограничениями своей жизнедеятельности.

Наиболее часто лимитирующими факторами являются температура, свет, биогенные вещества, течения и давление в среде, пожары.

Например, глубина снежного покрова – лимитирующий фактор распространения северного оленя.

**Закон минимума.** Закон лимитирующего фактора – это дополненный и доработанный *закон минимума*, сформулированный в 1840 г. немецким учёным Либихом.

Либих был первым, кто изучал влияние различных факторов на рост растений. Создавая теорию минерального питания растений, он установил, что урожай и развитие растений зависит не от тех элементов питания, которые необходимы растению в больших количествах ( $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ), а от тех, которых не достает в почве, пусть даже они необходимы в микроколичествах.

Вывод Либиха о том, что «рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве», стал известен как закон минимума. Дальнейшие наблюдения показали, что он относится ко всем влияющим на организм абиотическим и биотическим факторам.

Также стало известно, что отрицательно влияет не только недостаток, но и избыток фактора, в результате чего был сформулирован закон лимитирующего фактора, в котором подчеркивается, что лимитирующим фактором может быть не только его минимальное, но максимальное значение.

Существует еще ряд закономерностей действия экологических факторов:

✓ *закон относительности действия экологического фактора* – направление и интенсивность действия экологического фактора зависят от того, в каких количествах он берется и в сочетании с какими другими факторами действует;

✓ *закон относительной заменяемости и абсолютной незаменимости экологических факторов* – абсолютное отсутствие какого-либо из обязательных условий жизни заменить другими экологическими факторами невозможно, но недостаток или избыток одних экологических факторов может быть возмещен действием других экологических факторов;

✓ следует отметить, что в природе экологические факторы действуют комплексно, взаимодействуя, в результате чего действует *суммарный эффект*, что

особенности важно помнить, оценивая влияние химических загрязнителей;

✓ периодичность действия факторов порождает периодически повторяющиеся изменения интенсивности и характера биологических процессов и явлений, т. е. *биологические ритмы*.

Они в той или иной форме присущи всем живым организмам и отмечаются на всех уровнях организации – от внутриклеточных процессов до биосферных. Биологические ритмы наследственно закреплены и являются следствием естественного отбора и адаптации организмов. Ритмы бывают внутрисуточные, суточные, сезонные, годичные, многолетние и многовековые.

Биологические ритмы делят на экзогенные и эндогенные.

*Экзогенные (внешние) ритмы* возникают как реакция на периодические изменения среды (смену дня и ночи, сезонов, солнечной активности).

*Эндогенные (внутренние) ритмы* генерируются самим организмом. Ритмичность имеют процессы синтеза ДНК, РНК и белков, работа ферментов, деление клеток, биение сердца, дыхание и т. д. Внешние воздействия могут сдвигать фазы этих ритмов и менять их амплитуду.

Среди эндогенных различают физиологические и экологические ритмы.

Физиологические ритмы существенно варьируют в зависимости от состояния организма, экологические более стабильны и соответствуют внешним ритмам.

*Физиологические ритмы* (биение сердца, дыхание, работа желез внутренней секреции и др.) поддерживают непрерывную жизнедеятельность организмов. *Экологические ритмы* (суточные, годичные, приливные, лунные и др.) возникли как приспособление живых существ к периодическим изменениям среды.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Соотнесите факторы среды с категориями их классификации (биотические – 1, абиотические – 2, антропогенные – 3):

- |                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| а) температура;    | е) рельеф местности;       |
| б) нефть в океане; | ж) свинец во льду Арктики; |
| в) конкуренция;    | з) суглинок почвы;         |
| г) влажность;      | и) плотность популяции     |
| д) паразитизм;     |                            |

2. Дайте определение понятия «фактор среды». Может ли один фактор полностью компенсировать действие другого фактора?

3. Выберите правильное определение закона ограничивающего фактора:

- оптимальное значение фактора наиболее важно для организма;
- из всех факторов, действующих на организм, наиболее важен тот, значение которого больше всего отклоняется от оптимального;
- из всех факторов, действующих на организм, наиболее важен тот, значение которого меньше всего отклоняется от оптимального.

4. Объясните, почему температура оказывает сильное влияние на жизнедеятельность любых организмов. Назовите группы животных, различающиеся постоянством температуры тела.

5. Приведите примеры приспособления растений к воздействию повышенных и пониженных температур.

6. Охарактеризуйте роль солнечной радиации в жизни растений, животных и человека.

7. Объясните, почему влажность является важным абиотическим экологическим фактором. Назовите группы растений и животных по их принадлежности к разному характеру влажности во внешней среде.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно  
в интернет-магазине «Электронный универс»  
([e-Univers.ru](http://e-Univers.ru))