



УДК 591.5 (07)  
ББК 28.680  
Ч 49

Черненко, Ю. Н. Экология животных: учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Экология животноводства» для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 36.03.02 «Зоотехния» / Ю. Н. Черненко. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. - 74 с.

Учебно-методическое пособие содержит сведения о предмете, задачах и методах экологии животных. Приведена подробная характеристика факторов внешней среды и их значение в жизни животных. Рассмотрены вопросы по экологии популяций, экологии сообществ, роли животных в антропогенной среде, природных ресурсах и охране окружающей среды, экологической безопасности животного и растительного мира.

**Рецензент:** доктор биологических наук, профессор кафедры эпизоотологии, микробиологии, паразитологии и ветсанэкспертизы Крапивина Е.В.

Рекомендовано к изданию методической комиссии института ветеринарной медицины и биотехнологии Брянского ГАУ, протокол № 6 от 10.02.2022 года.

# 1. ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ КАК ОТДЕЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Термин *экология* происходит от греческих слов «ойкос» - дом, жилище и «логос» - учение, наука. То есть, в буквальном изложении экология - это знание об обитателях «природного дома» и обо всем, что в нем происходит. Экология имеет свои специфические объекты исследования: с одной стороны, это среда обитания во всех своих проявлениях и все характеризующие ее параметры, с другой стороны, живые организмы - живая материя, в основном на трех уровнях ее организации: организменном (особи, индивидуумы и их группы), популяционно видовом (популяции, таксоны рангов ниже видового и виды) и экосистемном (сообщества). Предметом рассмотрения для этой науки являются взаимоотношения между живыми организмами и средой их обитания.

**Экология животных** является одним из разделов экологии, выделяемым наряду с экологией растений, экологией водорослей, экологией грибов, экологией микроорганизмов. Таким образом, экология животных - это наука об отношениях животных организмов или групп организмов с окружающей их средой. Принципы экологии животных идентичны общеэкологическим, но они рассматриваются с учетом специфики зоологических объектов. Поэтому экология животных теснейшим образом связана с различными разделами экологии и зоологии. Среди последних следует особо выделить морфологию и физиологию животных, этологию, зоогеографию.

Экологические знания являются неотъемлемой частью информационной базы современной медицины и ветеринарии. Экология животных тесно связана с прикладными направлениями науки - зоотехнией, охотоведением, лесоведением, защитой растений, медицинской и ветеринарной зоологией, охраной природы.

Исходя из вышеизложенного, можно сформулировать разнообразные задачи экологии животных, от общетеоретических до узко прикладных:

1. Исследование закономерностей взаимодействия животных организмов со средой обитания, в т.ч. в связи с антропогенным воздействием на природные системы;

2. Прогнозирование изменений в природе под влиянием деятельности человека;

3. Экологическая индикация при определении тех или иных компонентов и элементов среды обитания, в т.ч. биоиндикация загрязнения среды с использованием животных организмов;

4. Управление процессами, протекающими в биосфере, в том числе регуляция численности популяций животных;

5. Сохранение биологического разнообразия животных организмов и сред их обитания;

6. Создание научной основы рациональной эксплуатации биологических ресурсов, в т.ч. перехода от промысла животных к их культивированию;

7. Восстановление нарушенных природных систем (в т.ч. восстановление пастбищ, продуктивности водоемов и т.п.).

В настоящее время экология является одной из наиболее развивающихся

биологических и сельскохозяйственных наук. Термин «экология» впервые использовал немецкий биолог Эрнст Геккель в 1866 году.

Основоположителем экологического направления в естествознании в России был профессор Московского университета К.Ф. Рулье (1814-1858), который призывал изучать живые организмы в их взаимоотношениях с окружающей средой, так как: «Ни одно органическое существо не живет само по себе; каждое вызывается к жизни и живет постольку, поскольку находится во взаимодействии с относительно внешним для него миром».

В России в 30-е годы трудами Н.И. Калабухова и А.Д. Слонима. Одновременно с этим в первой половине 20 века начались широкие работы по изучению надорганизменных биологических систем.

К этому же периоду относится деятельность знаменитого русского ученого В.В. Докучаева. Его учение о природных зонах имело исключительное значение для развития экологии. В целом его работы легли в основу геоботанических исследований, положили начало учению о ландшафтах.

Огромное влияние на развитие экологии оказали работы выдающегося русского геохимика В.И. Вернадского. Он посвятил себя изучению процессов, протекающих в биосфере и разработал теорию, которая легла в основу современного учения о биосфере.

В развитие общей экологии большой вклад внес Д.Н. Кашкаров, Г. Гаузе, который провозгласил свой знаменитый принцип конкурентного исключения, В.Н. Сукачев, обосновавший представление о биогеоценозе.

В 50-90 гг. 20-го столетия вопросам экологии посвящены работы отечественных и зарубежных исследователей, ученых, таких, как Ю. Одум, М.И. Будыко, В. Тишлер, В.А. Радкевич, Н.Ф. Реймерс, А.Г. Банников, А.С. Степановских и другие.

## **2. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ**

Одной из характерных черт экологических исследований животных является изучение их питания, т. е. определение состава пищи и количества ее компонентов. Эти показатели могут изменяться в течение сезона. Для учета их анализируется содержимое желудков, остатков пищи, химический состав самой пищи, устанавливаются важнейшие компоненты и их значение для жизни животных на разных фазах развития и в различные сезоны.

При изучении животных, так же как и растений, важно знать абиотические условия среды (химизм, влажность, температура, степень освещенности, в целом метеорологические, почвенные, гидрологические факторы) и биотические связи в сообществе.

Состав популяций видов животных, их структура, количество и другие показатели зависят от динамики размножения. Вот почему большое внимание уделяется вопросам размножения животных. Решение их позволяет выяснить фенологию размножения, степень участия в нем особей разного возраста и различного физиологического состояния, интенсивность размножения популяции, а также зависимость всех этих показателей от абиотических и биотических факторов.

Знание особенностей поведения животных в разные сезоны, периоды жизни, в той или иной среде обитания также весьма существенно, поскольку с этими показателями связано состояние популяции, способность ее приспосабливаться к изменяющимся условиям.

Чтобы изучить образ жизни животных, их сезонные биологические циклы, необходимо выявить закономерности миграций и размещения популяций. Для этого используются различные способы *мечения* животных (кольцевание птиц, закрепление на теле млекопитающих меток, окраска, прикрепление к телу радиопередатчиков, введение в организм меченых атомов и т. д.).

Экологические исследования животных, как и растений, направлены на изучение у них интенсивности газообмена, водного обмена, накопления запасных питательных веществ, темпов роста, скорости размножения, биохимических процессов и ряда других показателей.

Для этого широко применяются общенаучные и общебиологические методы, но в отличие, например, от физиологических или анатомических исследований, когда изучается отдельный организм или процесс, происходящий в нем, в экологии с помощью этих методов мы познаем макросистему, т. е. группу особей, популяцию или сообщество.

Учет численности организмов и ее динамика являются основными показателями экологических исследований.

*Количественный учет* может быть визуальным (глазомерным) и инструментальным. При *визуальном* учете организмы подсчитываются на определенном участке (площадный учет), маршруте (линейный учет) или в определенном объеме воды, почвы (объемный учет). Такой учет менее точный, чем *инструментальный*, при котором используются различные приборы. Например, в гидробиологии широко применяются дночерпатели и планктоночерпатели, позволяющие довольно точно подсчитать количество водных организмов на той или иной площади или в конкретном объеме.

Различают также *полный* и *выборочный* учеты. Полный учет обычно применяется в лабораторных условиях. При этом подсчитываются все без исключения организмы. В природных условиях такая возможность практически исключена, и здесь, как правило, применяется выборочный учет - подсчитывается население на определенном участке (пробные площади, учетные площадки) и производится пересчет на всю площадь, занимаемую популяцией или сообществом. Выборочный учет может быть *абсолютным* и *относительным*. При абсолютном учете подсчитываются все организмы на пробной площади или в каком-то объеме. При относительном учете численность организмов учитывается приблизительно. Например, количество зверьков, попавших в определенное число ловушек на той или иной территории за сутки; количество птиц или растений, обнаруженных на маршруте.

В экологии используют следующие основные показатели численности организмов.

*Встречаемость* (частота встречаемости) - это относительное число выборок, в которых представлен данный вид. Степень встречаемости зависит от относительных размеров выборки. Кроме того, чем больше выборок, тем точ-

нее можно выявить виды, свойственные большинству из них или только некоторым. Встречаемость характеризует распределение вида на пробной площади (выборка). Обычно на исследуемой площади намечается до 50 мелких выборок. Если вид встречается менее чем на 25% выборок - он случайный, более чем на 50% - встречаемость его высокая. В геоботанике часто рассчитывается коэффициент встречаемости, т. е. процентное отношение числа площадок, где вид зафиксирован, к общему числу площадок.

**Обилие** - это количество особей вида либо всего сообщества, приходящееся на единицу площади или объема.

При учете животных различают разовое обилие и среднее для всего пространства за определенный период (сезон, месяц, год). Причем в данных исследованиях обилие часто называется плотностью населения.

**Доминирование** (относительное обилие) представляет собой отношение числа особей данного вида к общему числу особей всех видов, выраженное в процентах. Оно характеризует преобладание одного вида над другими.

**Биомасса** - это общая масса особей одного вида, группы видов или сообщества в целом, приходящаяся на единицу поверхности или объема местобитания. Выражается она в массе сырого или сухого вещества, а также углерода или азота (грамм на квадратный или кубический метр). Биомасса растений носит название **фитомассы**, животных - **зоомассы**. По биомассе отдельных компонентов судят о количественных соотношениях масс организмов. С помощью количественного учета устанавливают разовую, начальную (в начале вегетационного периода), конечную (в конце вегетационного периода), среднюю (за какой-то период времени - месяц, год) биомассу.

Прирост биомассы организмов вида или всего сообщества за определенный период называется **продукцией**. Например, биомасса зерна пшеницы, полученная с гектара, является продукцией за год, или урожаем.

При специальных исследованиях, кроме перечисленных, используют и другие показатели численности организмов: **индекс плотности, удельную продукцию, продуктивность, преобладание (весовой и объемный методы)** и др.

Все показатели количественного учета имеют большое теоретическое и практическое значение. Позволяя выявить биологические ресурсы отдельных биогеоценозов и биосферы в целом, они дают возможность делать кратковременные и долгосрочные прогнозы численности полезных и вредных видов, разрабатывать меры по охране и рациональному использованию природных ресурсов.

### 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Жизнедеятельность любого организма обусловлена его взаимодействием с окружающей средой.

**Среда обитания** – это часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них прямое или косвенное воздействие. Из среды организмы получают все необходимое для жизни и в нее же выделяют продукты обмена веществ.

Элементы среды обитания, воздействующие на организм, называются факторами среды или экологическими факторами.

**Экологический фактор** – любой элемент среды, оказывающий прямое или косвенное влияние на живые организмы, на которые организмы реагируют приспособительными реакциями.

Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется оптимумом, а дающая наихудший эффект, т.е. условия, при которых жизнедеятельность организма максимально угнетается, но он еще может существовать - пессимумом. Диапазон зон оптимума и пессимума служит критерием выносливости, пластичности организма по отношению к данному экологическому фактору и называется экологической валентностью.

**Экологическая валентность (пластичность)** - свойство видов адаптироваться к тому или иному диапазону факторов среды.

Виды, способные существовать лишь при небольших отклонениях от оптимальной величины фактора, называются стенобионтными, а выдерживающие значительные изменения фактора - эврибионтными.

Существует большое число различных классификаций экологических факторов. Так, факторы среды можно разделить на:

1. Факторы неживой природы, т.е. абиотические;
2. Факторы живой природы, т.е. биотические;
3. Факторы, связанные с деятельностью человека, т.е. антропогенные.

Среди прочих выделяются следующие группы абиотических факторов: **климатические** (температура, влажность, свет, атмосферное давление, ветер и др.); **эдафические** (механический состав, влагоемкость, воздухопроницаемость, плотность почвы); **орографические** (рельеф местности, высота над уровнем моря, экспозиция склона); **химические** (газовый состав воздуха и наличие химических загрязнений; состав воды содержание растворенных веществ и взвесей; кислотность, осмотическое давление и состав почвенных растворов; химический состав грунта).

Следует отдельно остановиться на рассмотрении влияния важнейших абиотических факторов (температуры, света и влажности) на организмы животных.

### **Абиотические факторы**

**Температура.** Тепловой режим - важнейшее условие существования живых организмов, так как все физиологические процессы в них возможны при определенных условиях.

Диапазон температур, в которых могут существовать живые организмы, довольно узок и не превышает  $200^{\circ}\text{C}$ , колеблясь примерно от  $-100^{\circ}\text{C}$  до  $+100^{\circ}\text{C}$ . На самом деле большинство видов и большая часть активных физиологических процессов приурочена к более узкому диапазону температур. Как правило, это температуры, при которых возможно нормальное строение и функционирование белков - от  $0^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Однако некоторые живые организмы выдерживают ее значительные колебания. Отдельные виды бактерий и сине-зеленых водорослей могут существовать в горячих источниках при температуре  $+80^{\circ}\text{C}$ . Полярные воды с тем-

пературой от 0<sup>0</sup>С до -2<sup>0</sup>С населены разнообразными живыми организмами, беспозвоночными, рыбами, водорослями.

Значение температуры заключается в том, что она изменяет скорость протекания физико-химических клеточных процессов и это отражается на жизнедеятельности организма в целом. Температура влияет и на анатомо-морфологические особенности организмов, ход физиологических процессов, их рост, развитие, поведение и во многих случаях определяет географическое распространение растений и животных.

В зависимости от теплообмена животных подразделяют на пойкилотермных, или холоднокровных, и гомойотермных или теплокровных.

Жизнедеятельность пойкилотермных организмов зависит от температуры окружающей среды (микроорганизмы, беспозвоночные, многие хордовые). Ее повышение до определенных пределов вызывает у них интенсификацию жизненных процессов и ускорение развития. У гомойотермных животных (птицы и млекопитающие) теплота, вырабатываемая как продукт биохимических реакций, служит значительным источником повышения температуры их тела и стабилизации ее на постоянном уровне, независимо от температуры среды. Поддержание и сохранение высокой температуры тела у теплокровных организмов осуществляется благодаря интенсивному обмену веществ, совершенным механизмам теплорегуляции и хорошей тепловой изоляции, создаваемой густым волосным покровом, оперением или слоем подкожного жира. Поскольку эти животные существуют за счет внутренних источников тепла, в настоящее время их чаще называют эндотермными.

Пойкилотермные животные отличаются более низким уровнем обмена веществ по сравнению с гомойотермными даже при одинаковой температуре тела. С понижением температуры среды все процессы жизнедеятельности сильно замедляются и животные впадают в оцепенение. Чтобы перейти к активности, животные должны получить определенное количество тепла извне. Основные способы регуляции температуры тела у пойкилотермных - поведенческие (перемена позы, активный поиск благоприятных микроклиматических условий, смена мест обитания, рытье нор, сооружение гнезда и др.).

Выделяют еще и гетеротермных животных - частный случай гомойотермии. Эти животные впадают в неблагоприятный период года в спячку или оцепенение. В активном состоянии они поддерживают постоянную температуру тела, а в неактивном - пониженную, что сопровождается замедлением обмена веществ. Таковы суслики, сурки, ежи, летучие мыши, сони, стрижи и колибри.

**Правила теплообмена у животных.** Животные обладают разнообразными возможностями регулировать температуру организма. Связь размеров и пропорций тела животных с климатическими условиями их обитания была подмечена еще в 19 веке. Правило Бергмана, сформулированное в 1847 г. немецким биологом Карлом Бергманом гласит, что среди сходных форм гомойотермных (теплокровных) животных наиболее крупными являются те, которые живут в условиях более холодного климата. Если существуют близкие виды (например, виды одного рода), которые существенно не отличаются по характеру питания и образу жизни, то более крупные виды также встречаются в условиях более сурового (холодного) климата.

Например, среди близких видов рода медведь, наиболее крупные обитают в северных широтах (белый медведь, бурые медведи с о. Кодьяк), а наиболее мелкие виды (например, очковый медведь) – в районах с тёплым климатом. Более крупные виды теплокровных животных обитают в более холодном, а мелкие - в теплом климате. Согласно этому правилу, при продвижении на север средние размеры тела в популяциях эндотермных животных увеличиваются (рис. 1).



Рисунок 1. Медведи различных климатических зон

Дж. Аллен в 1877 г. установил, что среди родственных форм гомойотермных (теплокровных) животных, ведущих сходный образ жизни, те, которые обитают в более холодном климате, имеют относительно меньшие выступающие части тела: уши, ноги, хвосты и т. д. Уменьшение выступающих частей тела приводит к уменьшению относительной поверхности тела и способствует экономии тепла.

Примером данного правила являются представители семейства собачьих из различных регионов. Наименьшие (относительно длины тела) уши и менее вытянутая морда в этом семействе – у песца (ареал – Арктика), а наибольшие уши и узкая, вытянутая морда – у лисички фенека (ареал – Сахара). У многих млекопитающих и птиц Северного полушария относительные размеры конечностей и различных выступающих частей тела (хвостов, ушей, клювов) увеличивается к югу. Выступающие части имеют большую относительную поверхность, которая выгодна в условиях жаркого климата (они отдают в окружающую среду наибольшее количество тепла). Это явление известно как правило Аллена (рис. 2).



Рисунок 2. Представители семейства собачьих, обитающие в различных климатических регионах

Третье правило Глогера, установленное в 1833 году Константином Глогером, польским и немецким орнитологом, гласит, что среди родственных друг другу форм (родственных видов) гомойотермных (теплокровных) животных, те, которые обитают в условиях тёплого и влажного климата, окрашены ярче, чем те, которые обитают в условиях холодного и сухого климата последние имеют интенсивную пигментацию тела (чаще черную или темно-коричневую).

К примеру, большинство пустынных видов птиц окрашены тусклее, чем их родственники из субтропических и тропических лесов. Объясняется правило Глогера может как соображениями маскировки, так и влиянием климатических условий на синтез пигментов (рис. 3).



Рисунок 3. Птицы, обитающие в разных климатических зонах.

**Влажность.** Вода - важнейший экологический фактор в жизни наземных организмов. Протекание всех биохимических процессов в клетках и нормальное функционирование организма в целом возможно только при наличии воды. Вода

составляет 80% содержимого клетки. Организмы постоянно теряют воду, поэтому необходимо ее постоянное пополнение путем питья или потребления влажной пищи. Животные засушливых областей используют метаболическую воду (окисление 100 г жира - 100 г воды); многие пустынные рептилии и грызуны перед наступлением засушливого сезона накапливают большие жировые запасы, расходуя их потом на обеспечение затрат энергии и потребности в воде. При высокой влажности воздуха возможно поглощение воды через покровы тела.

**Излучение (свет).** Излучение представляет собой электромагнитные волны самой различной длины. На животных воздействует видимый свет и соседние с ним области. Для экологии важны качественные признаки света - длина волны (цвет); интенсивность; продолжительность воздействия. Известно, что животные реагируют на изменение длины световой волны. Цветовое (цветное) зрение также развито во многих группах животных. Особенно хорошо оно проявлено у некоторых групп членистоногих, рыб, птиц, млекопитающих. Продолжительность освещения (фотопериод) является практически для всех животных важным регулирующим фактором.

В экологии под термином «свет» подразумевается весь диапазон солнечного излучения, представляющий собой поток энергии в пределах длин волн от 0,05 до 3000 нм и более. Этот поток радиации распадается на несколько областей, отличающихся физическими свойствами и экологическим значением для живых организмов. Границы этих областей не четки; в общем виде их можно представить следующим образом:

- менее 150 нм - зона ионизирующей радиации;
- 150 - 400 нм - ультрафиолетовая радиация (УФ);
- 400 - 800 нм - видимый свет (границы отличаются для разных организмов);
- 800 - 1000 нм - инфракрасная радиация (ИК).

За пределами зоны ИК-радиации располагается область так называемой дальней инфракрасной радиации - мощного фактора теплового режима среды. ИК-радиация в основном несет тепловую энергию, и биологическое ее действие связано со многими процессами.

**Ультрафиолетовые лучи** - наиболее коротковолновая (200 - 280 нм) зона этой части спектра («ультрафиолет С») активно поглощается кожей; по опасности УФ-С близок к X-лучам, но практически полностью поглощается озоновым экраном. Следующая зона - УФ-В с длиной волны 280 - 320 нм - наиболее опасная часть спектра УФ, обладающая канцерогенным действием. Кванты этого излучения резонансно поглощаются тимином, в ДНК образуются тиминовые диллеры, которые, как считают, активируют протоонкогены. Кроме того, эти лучи инактивируют в коже клетки Лангерганса, отвечающие за ее иммунитет, а также активируют некоторые микроорганизмы.

УФ губителен для микробов. Большая часть зоны УФ-В также поглощается озоновым экраном; до поверхности Земли доходят лишь УФ - лучи с длиной волны примерно от 300 нм. Эта часть спектра обладает большой энергией и оказывает на живые организмы главным образом химическое действие. УФ-лучи стимулируют процессы клеточного синтеза. Показано, что облучение ультрафиолетом повышает продуктивность молодняка сельскохозяйственных животных.

Под действием этих лучей в организме синтезируется витамин D, регулирующий обмен Са и Р, а соответственно нормальный рост и развитие скелета. Особенно велико значение этого витамина для растущего молодняка. Поэтому многие млекопитающие, выводящие детенышей в норах, регулярно (чаще - по утрам) выносят их на освещенные солнцем места вблизи норы. Так поступают, например, лисицы и барсуки. «Солнечное купанье» свойственно и многим птицам; основная роль этой формы поведения - нормализация обмена, синтез витамина D и регуляция продукции меланина. У водоплавающих птиц витамин D синтезируется на основе жирного секрета копчиковых желез, которым они смазывают свое оперение; соскабливая затем при чистке пера слой жира, птицы заглатывают его и таким образом обеспечивают себя витамином.

**Видимый свет** составляет порядка 40 - 50 % солнечной энергии, достигающей Земли. Для животных видимая часть спектра связана прежде всего с ориентированием в окружающей среде. Зрительная ориентация свойственна большинству дневных животных и используется как источник информации о внешних условиях. Уже у одноклеточных появляются чувствительные клетки. Наиболее совершенные органы зрения – это глаза насекомых, головоногих моллюсков, позвоночных.

Различают ночные и дневные виды животных. Большинство млекопитающих и птиц видят все в черно-белом цвете (собачьи, кошачьи, хомяки, ночные птицы (совы, козодои)). Дневные птицы имеют хорошо развитое цветовое зрение. Некоторые виды живут в постоянной темноте (почвенные животные, обитатели пещер, эндопаразиты). Животные ориентируются с помощью зрения во время дальних перелетов и миграций. Например, птицы с точностью выбирают направление полета. При дальних перелетах птицы ориентируются по солнцу и звездам, а при отклонении от курса способны к навигации, т.е. к изменению ориентации, чтобы попасть в нужную точку земли. Способность к подобного рода ориентации свойственна пчелам и другим насекомым. Пчелы, нашедшие нектар, передают другим информацию о том, куда лететь за взятком, используя в качестве ориентира положение солнца. В темных глубинах океана в качестве источника зрительной информации организмы используют свет, испускаемый живыми существами. Свечение живого организма получило название биолюминисценции. Светящиеся виды есть почти во всех классах водных животных, среди бактерий, низших растений, грибов. Биолюминисценция имеет в жизни животных сигнальное значение. У наземных видов (жуков, светляков) световая сигнализация используется для привлечения особей противоположного пола.

**Биологические ритмы.** Одно из основных свойств живой природы - это цикличность большинства происходящих в ней процессов.

Равномерное чередование во времени каких-либо состояний организма называется биологическим ритмом.

Различают внешние и внутренние ритмы организма. Внешние ритмы имеют географическую природу и связаны с вращением Земли относительно Солнца и Луны относительно Земли. Внутренние, физиологические ритмы возникли исторически. Ни один физиологический процесс в организме не осуществляется

непрерывно и все они подчиняются определенному ритму. Каждая система имеет свой собственный период. Данную ритмику называют эндогенной.

По типу суточной активности животные делятся на две группы: дневную и ночную. Однако имеются виды животных с приблизительно одинаковой активностью как днем, так и ночью. У них покой и бодрствование чередуются короткими периодами. Такой ритм называется полифазным.

Решающим фактором сезонной периодичности является увеличение продолжительности дня. У многих живых организмов имеются специальные физиологические механизмы, реагирующие на продолжительность дня и в соответствии с этим изменяющие их образ действий. Например, сезонные изменения мехового покрова некоторых млекопитающих определяются относительной продолжительностью дня и ночи и мало или совсем не зависят от температуры.

Смена времен года связана не только с периодами обилия или недостатка пищи, но и с ритмом размножения. У домашних животных и животных в естественной природной среде умеренного пояса потомство обычно появляется весной и подрастает в период, когда больше всего растительной пищи. Однако размножение многих мелких млекопитающих часто не имеет строгой сезонности. В зависимости от количества кормов размножение может идти в любой сезон года.

### **Биотические факторы**

К биотическим факторам относят все воздействия, которые оказывают друг на друга живые существа – бактерии, растения, животные.

Биотические факторы подразделяются на:

- фитогенные (воздействие растений);
- микогенные (воздействие грибов);
- зоогенные (воздействие животных);
- микробиогенные (воздействие микроорганизмов).

Профессор В. Н. Беклемишев делил все биотические взаимодействия на 4 группы:

– топические заключаются в изменении одним видом окружающей среды таким образом, что это сказывается на жизнедеятельности другого вида. В качестве примера можно привести лишайники-эпифиты, поселяющиеся на деревьях определенных пород;

– трофические характеризуются всевозможными пищевыми взаимоотношениями: поедание живых существ, трупов, продуктов жизнедеятельности. Например, каракурт ест мух, американский гриф питается падалью и т. д.;

– фабрические - сооружение живым существом строений, материалом для которых являются выделения других организмов, их органические остатки или даже сами живые особи. Примером может быть медведь, который подготавливая берлогу к зиме, выстилает ее сухими листьями, травой и мхом, а сверху утепляет еловыми ветками;

– форические - распространение одних организмов с помощью других. Например, опыление цветов бабочками, перемещение рыбы-прилипало на теле акулы или черепахи.

## Типы биотических взаимодействий между видами

Межвидовые (гетеротипические) отношения живых существ разнообразнее взаимодействий, складывающихся между особями одного вида (гомотипических). К гетеротипическим отношениям относят симбиоз, нейтрализм и антибиоз.

**Симбиоз** - сожительство организмов, при котором каждый из них получает выгоду. Различают 3 формы симбиоза:

– *мутуализм* - характеризуется совместной жизнью существ разных видов, при этом один организм не может существовать без другого. Пример: лишайники (гриб и водоросль); бобовые и клубеньковые бактерии; бифидобактерии в теле человека. Полезные бактерии обеспечивают процессы обмена белков и жиров, участвуют в регуляции минерального обмена и т.д., при этом толстый кишечник человека является для них средой обитания;

– *протокооперация* - совместное проживание необходимо для выживания каждого из видов, хоть и не является обязательным. Пример: рак-отшельник и актиния. Рак для актинии служит средством передвижения, кроме того она питается остатками его трапезы, а раку такое соседство дает защиту от врагов. Другим примером являются птицы-чистильщики и крокодилы;

– *комменсализм* (нахлебничество, квартиранство - оба вида получают пользу друг от друга, но их связь не обязательна. Одному из сожителей такое положение дел приносит выгоду, другому - нет, но и вреда это ему тоже не доставляет. Пример: некоторые насекомые, ящерицы и жабы могут подселиться в нору к суслику. Грызуну такое сожительство не вредит и не мешает, а квартирантам суслика его жилище служит убежищем.

**Нейтрализм** - сосуществование живых существ в пределах одной территории, при этом они никаким образом не влияют на жизнедеятельность друг друга. Пример: жители леса, лось и белка, практически никак не взаимодействуют друг с другом. Зайцы и синицы.

**Антибиоз** - такое взаимодействие живых существ, при котором один организм не дает развиваться другому. Отрицательное влияние таких отношений может распространяться на обоих участников либо только на одного из них. Ниже приведены его формы:

– *хищничество* (особи одного вида питаются особями другого умертвляя их) наиболее развито в царстве животных, но встречается также у растений и грибов. Хищник обычно умерщвляет другое существо и съедает его останки: волк убивает кролика, паук - муху и т.д.;

– *аменсализм* проявляется, когда один вид организмов мешает другому нормально расти и развиваться, при этом он сам не всегда получает от этого какую-либо пользу. Примером такого подавления может служить постоянное вытаптывание травы животными в одном и том же месте;

– *конкуренция* - распространённая форма соперничества видов за территорию, пищу и прочие блага. Например, гиена и гриф могут одновременно претендовать на труп зебры;

– *паразитизм* - использование одним живым существом другого в качестве среды обитания или источника необходимых ресурсов. Такой образ жизни

характерен для грибов, бактерий, некоторых беспозвоночных животных, также встречается у растений. К примеру, блохи, живущие на собаке, являются для неё паразитами.

### **Антропогенные факторы**

Антропогенные факторы – изменения в природе, которые происходят в результате деятельности человека. Осваивая природу и адаптируя ее к своим потребностям, люди воздействуют на флору и фауну преобразовывая среду обитания.

#### **Типы антропогенных воздействий**

*Косвенное антропогенное воздействие* – опосредствованное вмешательство человека в живую природу путем трансформации среды обитания (например, климатические изменения, нарушение физического или химического состава атмосферы, воды, почв и т.п.). Косвенное, то есть непреднамеренное влияние человека на природу происходит путем изменения среды обитания организмов. Строительство водохранилищ приводит к изменению режима рек, многократная распашка земель - к эрозии почв и опустыниванию, загрязнение воздуха выхлопными газами - к отравлению животных и растений, обитающих рядом с дорогами и т.д.

*Прямое антропогенное воздействие* – проявляется непосредственным влиянием людей на основные компоненты экологической системы (вырубка лесов, охота на животных, сбор растений или грибов и т.п.). Прямое воздействие человека выражается в потреблении животных и растений в пищу, разведении их для различных целей, расселении организмов, а также в разрушении естественных биогеоценозов (при строительстве дорог, добыче полезных ископаемых) и создании искусственных экосистем (парков, скверов, полей).

*Условное антропогенное воздействие* – влияния абиотических и биотических факторов, усиленных или ослабленных воздействием человека.

#### **Виды антропогенных влияний.**

Все антропогенные факторы, воздействующие на живые организмы делят на физические, химические, биологические и социальные.

*Физическое воздействие* на живые организмы происходят в результате активной человеческой деятельности. К ним относятся:

- использование человеком атомной энергии, приводящее к повышению интенсивности ионизирующего излучения;
- эксплуатация всевозможных электрических приборов, создающих вокруг себя электрические и магнитные поля;
- создание источников шума: рев двигателей автомобилей и мотоциклов, шум от железнодорожного и авиатранспорта, грохот на промышленных предприятиях и т.д.

*Химическое воздействие* на окружающую среду человек оказывает:

- применяя всевозможные химикаты и яды в сельском хозяйстве, на производстве и в быту;

- загрязняя почву, воду и воздух промышленными отходами, выхлопными газами, токсичным мусором;
- употребляя табак, наркотики, лекарственные средства синтетического происхождения и т.д.

**Биологическое воздействие** человека на окружающую среду осуществляется при производстве продуктов питания (ведение сельского хозяйства), а также влияние на организмы, для которых сам человек является средой обитания и источником пищи (бактерии, вирусы, паразиты).

**Социальное воздействие** людей на природу связано с их жизнью в обществе. Взаимоотношения между странами, военные конфликты и даже договорённости с соседями по даче могут оказать существенное влияние как на жизнедеятельность небольшой группы организмов, так и на целую экосистему.

**Отрицательные последствия антропогенных факторов.** Человек стал причиной исчезновения многих видов животных и растений, истребляя их целенаправленно или разрушая привычные им места обитания. Примером таких воздействий может служить полное исчезновение с лица Земли камерунского подвида чёрного носорога, ставшего жертвой браконьеров из-за своих рогов. Этот подвид объявили вымершим не так давно - в 2011 г.

Активная хозяйственная деятельность человека угрожает уже не только отдельным уязвимым видам животных и растений, но и всему живому на нашей планете. Вырубка лесов, осушение болот, извлечение невозполнимых природных ресурсов, загрязнение окружающей среды токсичными веществами, парниковый эффект, кислотные дожди и прочие негативные антропогенные факторы нарушают экологическое равновесие, лишая живую природу механизмов саморегуляции.

**Положительные последствия антропогенных факторов.** Воздействие человека на природу может иметь и положительные стороны. Разумное природопользование и бережное отношение к окружающей среде способствуют сохранению видового разнообразия живых существ. Такие меры, как лесомелиорация и преднамеренная интродукция растений позволяют восстановить разрушенные по каким-либо причинам ландшафты. Разработка охранных мероприятий, создание заповедников, заказников и национальных парков помогают сохранять уникальную флору и фауну, а селекция и дальнейшее разведение животных и растений приводят к возникновению видов, способных выживать в изменяющихся условиях окружающей среды. Примером удачного скрещивания разных видов животных является появление на Земле зубробизона - гибрида зубра и американского бизона. Представители нового вида дают плодовитое потомство как при скрещивании между собой, так и с представителями исходных видов.

### **Закономерности воздействия экологических факторов**

Несмотря на большое разнообразие, экологические факторы имеют ряд общих закономерностей в своем влиянии на организм животных.

**Закон оптимума.** Как недостаточное, так и избыточное действие фактора отрицательно сказывается на жизнедеятельности особей. Благоприятная сила

воздействия называется зоной оптимума экологического фактора или просто оптимумом для организмов данного вида. Чем сильнее отклонения от оптимума, тем больше выражено угнетающее действие данного фактора на организмы (зона пессимума). Максимально и минимально переносимые значения фактора - это критические точки, за пределами которых существование уже невозможно, наступает смерть (рис. 4).

Пределы выносливости между критическими точками называют экологической валентностью живых существ по отношению к конкретному фактору среды. Животные могут сильно отличаться друг от друга, как по положению оптимума, так и по диапазону экологической валентности. Так, например песцы в тундре могут переносить колебания температуры воздуха в диапазоне около  $80^{\circ}\text{C}$  (от  $-55$  до  $+30^{\circ}\text{C}$ ), тогда как тепловодные рачки *Coripia mirabilis* выдерживают изменения температуры воды в интервале не более  $6^{\circ}\text{C}$  (от  $23$  до  $29^{\circ}\text{C}$ ).

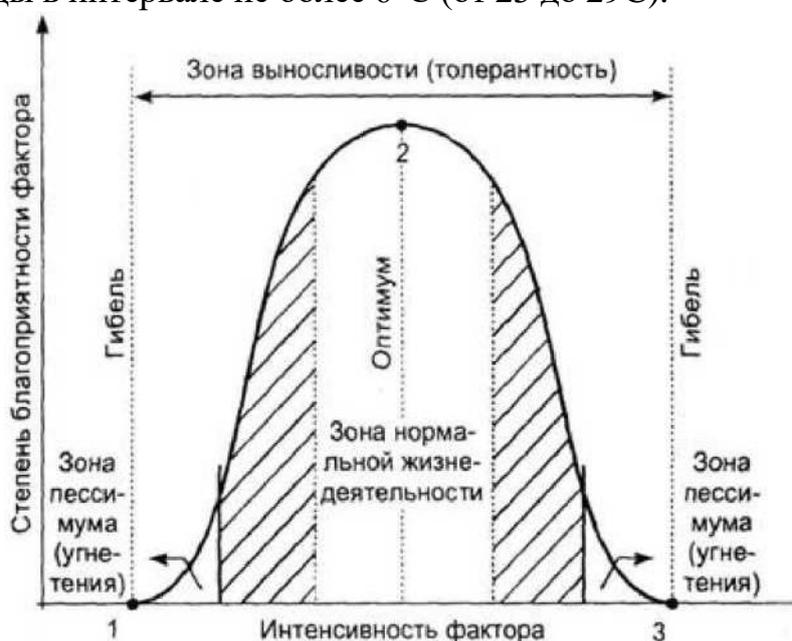


Рисунок 4 - Иллюстрация правила оптимума в действии экологического фактора: 1- критическая точка «минимум» (min), 2 - точка оптимума, 3 - критическая точка «максимум» (max)

Одна и та же сила проявления фактора может быть оптимальной для одного вида, пессимальной - для другого и выходить за пределы выносливости для третьего.

Степень выносливости, критические точки, зоны оптимума и пессимума не совпадают даже у отдельных индивидуумов. Эта изменчивость определяется как наследственными качествами особей, так и половыми, возрастными и физиологическими различиями. Например, для гусениц бабочки мельничной огневки, одного из вредителей муки и зерновых продуктов, критическая минимальная температура составляет  $7^{\circ}\text{C}$ , для взрослых форм  $-12^{\circ}\text{C}$ , а для яиц  $-27^{\circ}\text{C}$ . Мороз в  $10^{\circ}\text{C}$  губит гусениц, но не опасен для имаго и яиц этого вредителя. Следовательно, экологическая валентность вида всегда шире экологической валентности каждой отдельной особи.

**Правило лимитирующего фактора.** Факторы среды, наиболее удаляющиеся от оптимума, особенно затрудняют возможность существования вида в данных условиях. Если хотя бы один из экологических факторов приближается или выходит за пределы критических величин, то, несмотря на оптимальное сочетание остальных условий, особям грозит гибель. Такие сильно уклоняющиеся от оптимума факторы приобретают первостепенное значение в жизни вида или отдельных его представителей в каждый конкретный отрезок времени. Ограничивающие факторы среды определяют географический ареал вида. Ограничивающим распространение фактором могут служить и биотические отношения, например занятость территории более сильным конкурентом.

Правило лимитирующего фактора было сформировано на основе «правила минимума» Либиха. В середине XIX века немецкий химик Ю. Либих (1840), изучая влияние разнообразных питательных веществ на рост растений, обнаружил, что урожай зависит не от тех элементов питания, которые требуются в больших количествах и присутствуют в изобилии (например,  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ), а от тех, которые, хотя и нужны растению в меньших количествах, но практически отсутствуют в почве или недоступны (например, фосфор, цинк, бор). Эту закономерность Либих сформулировал так: «Рост растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве». Позднее этот вывод стал известен как закон минимума Либиха и был распространен также и на многие другие экологические факторы. Ограничивать, или лимитировать развитие организмов могут и тепло, и свет, и вода, и кислород, и другие факторы, если их значение соответствует экологическому минимуму. Образной иллюстрацией правила служит так называемая «бочка Либиха», под досками которой подразумевается комплекс факторов, а под высотой досок - их количественные показатели (рис. 5).



Рисунок 5. Иллюстративная модель действия лимитирующего фактора: при всех материальных вложениях эффект будет определяться наиболее «слабым звеном»

Закон минимума Либиха в общем виде можно сформулировать так: рост и развитие организмов зависят в первую очередь от тех факторов, значение которых приближается к экологическому минимуму.

Дальнейшие исследования показали, что как недостаток, так и избыток любого фактора будет лимитировать жизнедеятельность, что следует учитывать, прежде всего, в практике животноводства. В. Шелфорд сформулировал закон толерантности: «Лимитирующим фактором может быть как минимум так и максимум экологического воздействия диапазон между этими величинами определяет величину выносливости организма.

Выявление ограничивающих факторов очень важно в практике сельского хозяйства, так как, направив основные усилия на их устранение, можно быстро и эффективно повысить продуктивность животных. Знание ограничивающих факторов, таким образом, представляет собой ключ к управлению жизнедеятельностью организмов. В разные периоды жизни особей, в качестве ограничивающих выступают различные факторы среды, поэтому требуется умелое и постоянное регулирование условий жизни разводимых животных.

**Правило взаимодействия факторов.** Оптимальная зона и пределы выносливости организмов по отношению к какому-либо фактору среды могут смещаться в зависимости от того, с какой силой и в каком сочетании действуют одновременно другие факторы. Эта закономерность получила название взаимодействия факторов. Например, жару легче переносить в сухом, а не во влажном воздухе. Угроза замерзания значительно выше при морозе с сильным ветром, чем в безветренную погоду, а также при высокой влажности воздуха.

Таким образом, один и тот же фактор в сочетании с другими оказывает неодинаковое экологическое воздействие. Взаимная компенсация действия факторов среды имеет определенные пределы, и полностью заменить один из них другим нельзя. Полное отсутствие воды или хотя бы одного из основных элементов питания делает жизнь невозможной, несмотря на самые благоприятные сочетания других условий. Крайний дефицит тепла в полярных пустынях нельзя восполнить ни обилием влаги, ни круглосуточной освещенностью. Учитывая в сельскохозяйственной практике закономерности взаимодействия экологических факторов, можно умело поддерживать оптимальные условия жизнедеятельности продуктивных животных.

#### **4. СРЕДА ОБИТАНИЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ**

На нашей планете живые организмы освоили четыре среды обитания. Водная среда была первой, в которой возникла и распространилась жизнь. Далее организмы начали заселять наземно-воздушную среду. Появились наземные растения и животные, которые адаптировались к новым условиям жизни. Функционирование живого вещества на суше привело к образованию почвы. Почву заселили как водные, так и наземные организмы. Четвертой средой жизни стали сами живые организмы.

## Водная среда

Водная среда жизни, гидросфера, занимает до 71% площади земного шара. Основное количество воды (до 94%) сосредоточено в морях и океанах, 1,2% льда, пресные воды рек, озер, болот не превышают 0,45%. В водной среде обитает примерно 150 тысяч видов животных (7%) и 10 тысяч видов растений (8%).

Характерной чертой водной среды является ее подвижность. Обитатели водоемов выработали соответствующие приспособления к подвижности в данной среде (форма тела, органы прикрепления и др.). Поскольку температурный режим водоемов характеризуется большой стабильностью, организмы, обитающие в них, отличаются относительным постоянством температуры тела и обладают узким диапазоном приспособленности к колебаниям температурной среды (стенотермностью). Эвритермные виды встречаются главным образом в мелких континентальных водоемах и на литорали морей высоких и умеренных широт, где значительны суточные и сезонные колебания температуры.

Воде свойственна значительная плотность. В этом отношении она в 800 раз превосходит воздушную среду. В среднем в водной толще на каждые 10 м глубины давление возрастает на 1 атмосферу. В связи с этим у растений слабо развивается механическая ткань, поэтому стебли их эластичны и легко изгибаются. Погруженные гидрофиты обладают хорошей плавучестью, создаваемой специальными приспособлениями, такими, как воздушные мешки, вздутия. Плавучесть также повышается с увеличением поверхности тела.

Организмы в водной среде распределены по всей ее толще (в океане животные встречаются на глубине до 10 тыс. метров, переносят давление от нескольких до нескольких сот атмосфер). Но вместе с тем следует отметить, что многие обитатели морей и океанов относительно стенобионтны и приспособлены к определенным глубинам (мелководные и глубоководные виды).

Толща воды - пелагиаль - заселена пелагическими организмами, способными активно плавать или парить в определенном слое воды. В соответствии с этим организмы делятся на 2 группы: нектон и планктон, а обитатели дна образуют третью экологическую группу организмов - бентос.

Нектон (плавающий) - это совокупность пелагических, активно передвигающихся животных, не имеющих непосредственной связи с дном. В основном это крупные животные, способные преодолевать большие расстояния и сильные течения (рыбы, кальмары, ластоногие, киты). В пресных водоемах кроме рыб к ним относятся земноводные и активные насекомые.

Планктон (парящий) - это совокупность пелагических организмов, не обладающих способностью к быстрым активным передвижениям. Это зоо- и фитопланктон. Планктонные организмы являются важным пищевым компонентом для водных животных (киты).

Бентос (глубинный) - это совокупность организмов, обитающих на дне или в грунте водоемов. Он подразделяется на зообентос и фитобентос. Бентосные организмы различают по образу жизни - подвижные, малоподвижные и неподвижные; по способу питания - фотосинтезирующие, плотоядные, растительноядные, детритные; по размерам макро-, мезо- и микроорганизмы.

Плотность водной среды обеспечивает возможность животным организмам опираться на нее, что важно для бесскелетных форм. Опорность среды служит условием парения в воде. К такому образу жизни приспособлены многие гидробионты.

Большое влияние на водные организмы оказывает прозрачность воды и ее световой режим. Интенсивность света в воде сильно ослаблена, так как часть падающей радиации отражается от поверхности воды, другая поглощается ее толщей. Поглощение света связано с прозрачностью воды. Особенно это сказывается на распространении фотосинтезирующих растений. Так, растения, живущие на поверхности воды, не испытывают недостатка света, а погруженные и особенно глубоководные относятся к «теневого флоре». Им приходится адаптироваться не только к недостатку света, но и к изменению его состава выработкой дополнительных пигментов. В мелководной зоне, как правило, преобладают зеленые водоросли. В более глубоких зонах встречаются бурые водоросли, имеющие кроме хлорофила бурые пигменты фикофеин, фукоксантин и др. Еще глубже обитают красные водоросли, содержащие пигмент фикоэритрин. Приспосабливается способность к улавливанию солнечных лучей с разной длиной волны. Данное явление получило название хроматической адаптации.

С глубиной заметно меняется окраска, видовой состав и у животных. В светлых, поверхностных слоях воды обитают ярко и разнообразно окрашенные животные, глубоководные виды обычно лишены пигментов. В больших глубинах океана обитают животные, окрашенные в цвета с красным оттенком, что помогает им скрываться от врагов.

Немаловажную роль в жизни водных организмов играет соленость воды. Вода является хорошим растворителем многих минеральных соединений, наибольшее значение имеют карбонаты, сульфаты, хлориды. Количество растворенных солей на 1 л воды в пресных водоемах не превышает 0,5 г, в морях и океанах оно достигает 35 г. Для жизни пресноводных животных существенную роль играет кальций. Пресноводные растения и животные обитают в гипотонической среде, т.е. в среде, где концентрация растворенных веществ ниже, чем в жидкостях тела и тканей. Из-за разницы в осмотическом давлении вне и внутри тела в организм постоянно проникает вода, поэтому гидробионты пресных вод вынуждены постоянно удалять ее. У них хорошо выражены процессы осморегуляции.

Концентрация солей в жидкостях тела и тканях морских организмов изотонична концентрации растворенных солей в окружающей воде. В связи с этим осморегуляторные функции у них развиты слабее, чем у пресноводных. Осморегуляция является одной из причин того, что многие морские растения и животные не сумели заселить пресные водоемы и оказались типичными морскими жителями. Типично морские и типично пресноводные организмы не переносят значительных изменений солености воды.

Концентрация водородных ионов также сказывается на распределении водных организмов. Морская вода щелочная и рН ее меньше изменяется, чем в пресной. С увеличением глубины рН уменьшается.

Большинство пресноводных рыб выдерживают рН от 5 до 9. Если рН меньше 5, наблюдается массовая гибель рыб, а выше 10 - погибают все рыбы и другие животные.

### **Наземно-воздушная среда**

Особенностью наземно-воздушной среды жизни является то, что организмы, обитающие здесь, окружены газообразной средой, характеризующейся низкими влажностью, плотностью и давлением, высоким содержанием кислорода. Экологические факторы имеют свои особенности: более высокая интенсивность света в сравнении с другими средами, значительные колебания температуры, изменения влажности в зависимости от географического положения, сезона года и времени суток.

В процессе эволюции у живых организмов наземно-воздушной среды выработались характерные адаптации (анатомоморфологические, физиологические, поведенческие и др.). Например, появились органы дыхания (устыица у растений; легкие, трахеи у животных), сильное развитие получили скелетные образования, поддерживающие тело в условиях незначительной плотности среды; выработались сложные приспособления для защиты от неблагоприятных факторов (периодичность и ритмика жизненных циклов, наружное строение покровов, механизмы терморегуляции и др.), установилась полная связь с почвой (корни, растений, конечности животных); выработалась большая подвижность животных в поисках пищи; появились летающие животные и переносимые воздушными потоками семена, плоды, пыльца растений.

Рассмотрим особенности воздействия основных экологических факторов на растения и животных в наземно-воздушной среде обитания.

Низкая плотность воздуха определяет его незначительную опорность и малую подъемную силу. Поверхность земли служит всем обитателям наземно-воздушной среды для прикрепления и опоры.

Газовый состав воздуха в приземном слое атмосферы довольно однороден: кислород составляет 20,9%, азот - 78,1%, инертные газы 1%, углекислый газ - 0,03% по объему.

Для наземно-воздушной среды характерен особый световой режим. Количество достигающей поверхности Земли радиации зависит от географической широты местности, продолжительности дня, прозрачности атмосферы, угла падения солнечных лучей.

Водообеспечение наземных организмов зависит от режима выпадения осадков, наличия водоемов, запасов почвенной влаги, близости грунтовых вод и т.д. Это способствовало развитию у наземных организмов множества адаптаций к различным режимам водообеспечения.

Особенностью наземно-воздушной среды является большой размах температурных колебаний. В большинстве районов суши суточные и годовые амплитуды колебания температуры составляют десятки градусов.

Устойчивость к температурным изменениям у наземных организмов различна и зависит от конкретного местообитания, где протекает их жизнь. Одна-

ко в целом они отличаются большей эвритермностью по сравнению с водными организмами.

Для наземно-воздушной среды, как и для водной, характерно четко выраженной зональность. Различают широтные и меридиальные природные зоны. Первые тянутся с запада на восток, вторые с севера на юг. Выделяют 6 главных климатических зон: экваториальная зона, тропическая зона, зона сухих субтропиков, переходная зона, умеренная зона, арктическая - антарктическая зона.

Каждая климатическая зона характеризуется своеобразной растительностью и животным населением. Наиболее богаты жизнью и продуктивны тропические леса, прерии, поймы рек, леса субтропиков и переходной зоны. Менее продуктивны пустыни, луга и степи.

### **Почва как среда жизни**

Почва, как среда обитания, обладает специфическими физическими свойствами. Для нее характерна более или менее рыхлая структура, определенная водопроницаемость и аэрируемость.

В состав почвы входят четыре важных структурных компонента: минеральная основа, органическое вещество, воздух и вода.

Свойства почвы в своей совокупности создают определенный экологический режим, основными показателями которого служат гидротермические факторы и аэрация. Хорошо увлажненная почва легко прогревается и медленно остывает. Суточные колебания затрагивают слои до глубины в 1 м. Аэрацию почвы обуславливает ее пористость, которая обеспечивает циркуляцию не только воды, но и воздуха.

Влажность, температура и аэрация почвы - факторы, тесно взаимосвязанные и взаимозависимые. Сложный комплекс их обуславливает гидротермический режим почвы и в результате оказывает решающее влияние на существование почвенных обитателей.

Почва играет важную роль и в минеральном питании растений. Органическое вещество почвы, состоящее из отмерших остатков растений и животных, называют *гумусом*. От количества гумуса в почве зависит численность и видовое разнообразие почвенных обитателей.

Почвенные животные могут быть сгруппированы по степени связи со средой обитания в 3 экологические группы:

- геобионты - постоянные обитатели почвы (дождевые черви, медведки, кроты);
- геофилы - животные, часть цикла развития которых, проходит в почве (саранча, многие жуки, почвенные комарики (сциариды) (личинки их развиваются в почве));
- геоксены - животные, иногда посещающие почву для временного укрытия или убежища (тараканы, жуки, грызуны и другие млекопитающие, живущие в норах).

В зависимости от размеров и степени подвижности почвенных обитателей можно разделить на несколько групп: микробиота, мезобиота, макробиота и мегабиота.

**Микробиота** - это почвенные микроорганизмы, составляющие основное звено детритной пищевой цепи, представляют собой как бы промежуточное звено между растительными остатками и почвенными животными. Сюда относятся сине-зеленые водоросли, бактерии, грибы и простейшие.

**Мезобиота** – это совокупность сравнительно мелких, легко извлекающихся из почвы, подвижных животных. Сюда относятся почвенные нематоды, мелкие личинки насекомых, клещи, ногохвостки и др.

**Макробиота** - это крупные почвенные животные с размерами тела от 2 до 20 мм. К данной группе относятся личинки насекомых, многоножки, дождевые черви и др.

**Мегабиота** - это крупные землерои, в основном из числа млекопитающих. Многие из них проводят в почве всю жизнь. Однако помимо постоянных обитателей почвы выделяют группу обитателей нор. К этой группе относятся животные, которые кормятся на поверхности, однако размножаются, зимуют, отдыхают, спасаются в почве. Это барсуки, сурки, суслики, тушканчики и др.

### **Живые организмы как среда жизни**

Для животных и растений, ведущих паразитический образ жизни, организм на котором или в котором они поселяются, является специфической средой обитания. Практически нет ни одного вида многоклеточных организмов, не имеющих внутренних обитателей. Паразитизм - форма взаимоотношений между организмами (растениями, животными, микроорганизмами), относящимися к разным видам, из которых один (паразит) использует другого (хозяина) в качестве среды обитания и источника пищи, возлагая при этом (частично или полностью) на хозяина регуляцию своих отношений с внешней средой. Паразитов обычно делят на две группы: эктопаразиты и эндопаразиты.

**Эктопаразиты** - это наружные паразиты, обитающие на поверхности тела хозяина. Это клещи, пиявки, блохи, у растений повилика европейская и др.

**Эндопаразиты** - внутренние паразиты, живущие внутри тела хозяина. Это большинство гельминтов, бактерии, вирусы, паразитические простейшие.

Различают стационарный и временный паразитизм. При стационарном паразитизме паразит на длительное время, часто на всю жизнь, связывает себя с хозяином. При временном паразитизме паразиты часть своей жизни проводят свободно (кровососущие двукрылые, клопы).

Чрезвычайно высокая плодовитость и сложные жизненные циклы развития позволяют им выжить в борьбе за существование. Например, аскарида продуцирует за 5-6 месяцев 50-60 млн. яиц, а свиной цепень за год - 600 млн. яиц и живет до 18 лет. Разумеется, из такого огромного количества яиц какая-то часть паразитических организмов всегда найдет подходящие условия для развития.

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

Живые организмы не только испытывают воздействия со стороны паразитов, но и реагируют на них. Паразит должен преодолевать сопротивление организма хозяина, его защитные реакции. Это сопротивление называется активным иммунитетом. Здоровые особи животных и растений обладают защитными

приспособлениями, которые не позволяют проникать в них патогенным организмам. Так, у животных защитной реакцией является выработка гуморального иммунитета (образование в крови антител, подавляющих паразита). Ослабленные животные теряют сопротивляемость и подвергаются заражению.

Отношения между паразитом и хозяином в растительном и животном мире определенным образом уравновешены. Паразит не может размножаться до такой степени, чтобы привести к вымиранию популяции хозяина и лишиться себя источника питания и среды обитания. Следовательно, паразиты, как и свободноживущие виды, имеют сложную систему приспособлений к своей среде обитания.

## 5. ГАЗООБМЕН

### Общее значение газообмена

Животные – аэробы (оксибионты), т. е. они нуждаются в свободном кислороде для дыхания. Лишь незначительное число одноклеточных, живущих в иле червей, личинок некоторых комаров, моллюсков, ракообразных способно некоторое время существовать в анаэробных условиях.

Поглощение кислорода из внешней среды происходит всей поверхностью тела либо в специальных органах дыхания (жабрах, трахеях, легких).

Получение, перенос и отдача кислорода отдельным органам, тканям и клеткам совершаются кровью с помощью дыхательных пигментов крови: у большинства животных – с помощью гемоглобинов, содержащих железо (Fe); у членистоногих и моллюсков – гемоцианинов (Cu). Кровяные пигменты могут быть сконцентрированы в эритроцитах или растворены в крови и других внутренних жидкостях.

Свойством кровяных пигментов является их способность поглощать (связывать) свободный кислород, образуя нестойкие оксигемоглобины, и отдавать его при недостатке в окружающую среду (клетки, ткани, органы).

### Газообмен водных животных

В зависимости от потребности в кислороде водные животные делятся на несколько групп.

Оксифилы-стенооксибионты – очень требовательные и живут в водоемах, содержащих не менее 7 см<sup>3</sup> кислорода на литр воды. Это обитатели быстрых и холодных рек и ручьев (кумжа, гольяны, подкаменщики, хариус, голавль и др.).

Оксифилы-эвриоксибионты – менее требовательные и могут довольствоваться 4,0–0,5 см<sup>3</sup> кислорода на литр. Они представлены обитателями прудов и придонными формами медленнотекущих рек, заводей, озер (ерш, окунь, сазан, лещ, карась).

Оксифобы-стенооксибионты – обитатели мест с плохой обеспеченностью кислородом. В основном это обитатели дна, особенно грунта: простейшие, черви, ракообразные, моллюски. Они могут длительное время жить почти без кислорода, но при полном его отсутствии большинство из них неактивно.

Оксифобы относят большинство обитателей дна, особенно грунта, способны интенсивно поглощать кислород при его низком содержании в среде (простейшие, ракообразные, моллюски).

Для обитателей водоемов, кроме кислорода, имеют значение растворенные в воде азот ( $N_2$ ), углекислый газ ( $CO_2$ ), сероводород ( $HS$ ), метан ( $CH_4$ ) и другие газы. Источники углекислого газа и других газов в водоемах – дыхание их обитателей и микробное разложение органических веществ.

Содержание кислорода в разных бассейнах или их частях колеблется в широких пределах. В морских водоемах он обнаружен везде, с чем связано проникновение животных до наибольших глубин океанов.

В реках и ручьях количество растворенного кислорода зависит от аэрации водоема, обеспечиваемой сложными движениями воды (продольными, поперечными, винтообразными). Оно велико в горных ручьях и речках, меньше в крупных реках с медленным течением.

Падению содержания кислорода в воде сопутствует увеличение углекислого газа, а в некоторых водоемах – сероводорода ( $H_2S$ ) и метана ( $CH_4$ ). Обеспеченность кислородом претерпевает закономерные сезонные колебания, обычно достигая минимума в наших широтах зимой. Свободный кислород подо льдом при обильном заселении может быть полностью израсходован, что вызывает массовую гибель рыб и других животных. Такие грандиозные «заморы» наблюдаются на Оби, ниже Томска. Причиной замора являются огромные количества гуминовых веществ и закисных соединений железа, приносимых в Обь ее притоками, протекающими по болотистой Западно-Сибирской низменности.

На количество кислорода в водоемах влияет не только потребление его животными и растениями, разложение органических веществ, но и понижение интенсивности фотосинтеза растений, которое сопровождается увеличением кислотности – падением величины рН.

### **Газообмен сухопутных животных**

При переходе из водной среды к обитанию в воздушной возростали затраты энергии на передвижение (преодоление силы тяжести), что требовало усиления окислительных процессов, а следовательно, и дыхания. Так, у амфибий при переходе от водного (головастик) к наземному (взрослая форма) образу жизни количество гемоглобина на единицу массы тела повышается в несколько раз, а сердечный индекс увеличивается в 3–4 раза.

Химический состав атмосферы отличается постоянством. Он отклоняется от нормы лишь в пещерах, норах, где накапливаются выделяющиеся из недр углекислый газ ( $CO_2$ ), сероводород ( $H_2S$ ) и другие газы. В городах и промышленных центрах атмосфера загрязняется продуктами сжигания топлива. Сходное загрязнение наблюдается вблизи действующих вулканов. Недостаток кислорода наблюдается на больших высотах (более 1000 м; граница жизни человека – около 6000 м), что связано с падением его парциального давления.

В почве с увеличением глубины содержание кислорода падает, что связано со структурой, механическим составом, а также содержанием органических остатков и скоростью их микробного распада.

Недостаток кислорода или увеличение содержания углекислого газа (более 0,03%) нарушает газообмен сухопутных животных, учащает их дыхание, тормозит рост, развитие, уменьшает плодовитость, ускоряет наступление спяч-

ки у видов, впадающих в нее. Чувствительность к дефициту кислорода или изменению его содержания различна у разных видов. Птицы, при полетах посещающие высокие слои воздуха, более стойки к недостатку кислорода.

Наземные животные, часто встречающиеся с недостатком кислорода (роющие животные, водные млекопитающие, высокогорные виды), имеют большую кислородную емкость крови. Ее повышение связано с увеличением содержания гемоглобина в крови и ростом числа эритроцитов.

Приспособлением к жизни на больших высотах служит и сокращение тканевой потребности в кислороде. Оно обнаружено у давно акклиматизированных высокогорных домашних животных (овец, лошадей). У водных животных, долго пребывающих под водой, также есть целый ряд приспособлений. Так, у китов, кроме увеличения содержания гемоглобина в крови, альвеолы легких запираются специальными мускулами, что позволяет удерживать в них воздух даже на больших глубинах. У кашалота правая ноздря превращается в специальный воздушный запасной резервуар.

## 6. ПИТАНИЕ

### Основные типы питания и связанные с ними приспособления

**Питание** – основная, важнейшая форма связи организмов со средой. Большинство необходимых веществ они обеспечивают себя за счет питания.

Гетеротрофные организмы используют готовое органическое вещество и при его превращениях получают необходимые для них соединения и энергию. Они – потребители, или **консументы**.

Среди гетеротрофов наряду с животными, питающимися преимущественно живой пищей, существует большая группа микроорганизмов – **сапрофагов**, живущих в основном за счет трупов и отбросов. Они минерализуют мертвое органическое вещество, возвращая его в исходное неорганическое состояние. Таких гетеротрофов называют **редуцентами**, или разрушителями органического вещества.

Среди животных различают первичных, вторичных и третичных потребителей. Первые – **фитофаги**, питаются фитопланктоном или вегетативными частями высших растений (листьями, побегами, плодами, корнями и т. д.). Вторые – **зоофаги** – живут за счет фитофагов. Среди них выделяют «мирные» виды, хищников и паразитов.

«Мирные» виды питаются мелкой пищей (насекомые, многие ракообразные, планктоноядные и бентосоядные рыбы, большинство амфибий, рептилий, насекомоядные птицы и млекопитающие). Хищники (плотоядные) питаются относительно крупной добычей. Паразиты (наружные или внутренние) используют в пищу ткани и соки хозяев. Третичные потребители – **сапрофаги** – поедают мертвое органическое вещество. К ним относятся детритофаги, трупоеды (некрофаги) и копрофаги, питающиеся экскрементами.

У хищников-зоофагов обычен каннибализм – поедание себе подобных. Например, в корме взрослых балхашских окуней преобладает молодь своего

вида. В водоемах, где живут только щуки или окуни, своя молодежь может составлять до 100% пищи.

Закономерен каннибализм у хищных птиц, птенцы которых отличаются размерами тела. При недостатке корма более крупные птенцы разрывают и поедают более мелких, а во время сильных голодовок даже родители поедают птенцов.

Различные типы питания и способы добывания пищи обусловили основные черты строения и функции тела животного.

От способов добывания пищи зависит образ жизни: подвижный, сидячий, одиночный, групповой, а также другие особенности животных.

Удлинение пищеварительного канала и развитие дополнительных его отделов (многокамерный желудок, слепая кишка) характерны для животных, питающихся трудноперевариваемой пищей.

### **Способы добывания корма**

Данные способы связаны с составом кормов и обусловлены строением тела и особенностями органов чувств и нервной деятельности.

У насекомых и других беспозвоночных животных поисковая деятельность представлена в основном безусловно-рефлекторными актами. Самки бабочек, питающиеся нектаром, откладывают яйца на кормовые растения, руководствуясь «памятью» запаха этих растений, сохранившихся с гусеничного возраста. Органы обоняния у насекомых преобладают над другими органами чувств при поисках пищи.

Обоняние, боковая линия и зрение при поисках пищи имеют важное значение у водных животных, в то время как слух и осязание для них менее значимы.

У амфибий, рептилий и птиц главное значение имеет зрение.

Способы питания и добывания кормов в животном мире можно свести к трем основным типам: пассивное, паразитическое и активное.

**Пассивное питание** свойственно видам с сидячим или малоподвижным образом жизни и распространено среди низших водных животных: губок, кишечнополостных, сидячих или малоподвижных ракообразных, некоторых червей, иглокожих, оболочников, ланцетников и др. Всем фильтраторам свойствен низкий уровень обмена веществ, небольшие потребности в пище мидия (30–40 мм) фильтрует за 1 ч около 1000 см<sup>3</sup> воды. Такие фильтраторы играют важнейшую роль в биологической очистке воды.

**Паразитическое питание** требует предварительного проникновения в тело хозяина или способности удерживаться на его поверхности. Простота добывания, отсутствие переработки, а иногда и редукция пищеварительной системы характерны для паразитов.

**Активное питание** свойственно большинству животных и характеризуется более высоким уровнем потребностей, требует специальных усилий при поисках и добывании корма. Различают четыре основные формы активного питания: пастьба (собираение), выедание, подкарауливание и преследование.

При *пастьбе* уничтожается только часть имеющихся в данном месте кормов. Это обеспечивает их быстрое восстановление. Поиски и добывание сводятся к простому собиранию.

**Выведание** приводит к местному уничтожению запасов пищи, что вынуждает менять места кормежки. Такой способ питания характерен для видов, особи которых привязаны к своим постоянным убежищам (норам, логовищам, гнездам). Животные, как правило, охраняют свои кормовые участки. Так ведут себя многие птицы во время гнездования, грызуны, ящерицы и змеи, не стайные виды рыб и др.

**Подкарауливание (засада)** свойственно хищникам, нападающим на добычу неожиданно, из укрытия: среди рыб к таким относится щука, сом; среди птиц – ястребы, некоторые совы; среди млекопитающих – кошки.

**Преследование** обычно соединяется с поиском. Это наиболее активная и сложная форма добывания корма, и она широко распространена среди птиц, млекопитающих. Эта форма часто соединяется с другими способами добычи пищи – подкарауливанием, а иногда и пастьбой.

От способов питания зависят места питания и его время. Например, благородные соколы (сапсаны) бьют добычу (птицу) на лету, стремительно нападая сверху. Такая охота может вестись только на открытых пространствах (тундра, степь, пустыня). Ястребы охотятся подкарауливанием и в лесу. Ночные хищники длительно подкарауливают добычу и охотятся бесшумно. У них есть целый ряд приспособлений для длительного затаивания, в том числе при низких температурах (способность головы поворачиваться на 180° и более, густое, рыхлое оперение и др.).

Благородные утки кормятся на мелководьях, добывая корм в иле. Их клюв снабжен цедильным аппаратом. Зрение в этом случае роли не играет, поэтому они могут кормиться и ночью, и на заре, когда опасность хищников меньше. Нырковые утки питаются бентосом, ныряя за кормом на глубину до 8–10 м, и разыскивают его с помощью зрения, поэтому кормятся днем.

Среди птиц-рыбоедов также существует специализация добычи пищи. Цапли и зимородки караулят добычу или стоя на длинных ногах на мелководье (цапли), или с наблюдательного пункта (камень, куст) – зимородки. Крачки высматривают подвижную добычу на маневренном полете (длинные острые крылья, вилообразный хвост). Бакланы и гагары добывают корм обычно глубоко под водой.

### **Специализация питания животных**

Специализация питания животных характеризуется количественно – числом используемых животными видов корма. Различают монофагов, олигофагов, полифагов.

**Монофагия** – существование за счет одного вида пищи. Она распространена среди беспозвоночных, особенно у насекомых, и почти отсутствует у позвоночных. Таковы плодоярки (яблоня и грецкий орех), растительные нематоды (луковая, чесночная). Монофагия обычна у эндопаразитов (аскариды). Высокоспецифичны пухоеды и перьевые клещи, а также блохи. Среди позвоночных – пальмовый орлан, встречается в Африке только там, где растет пальма (*Elaeis guineensis*), плодами которой он питается.

**Олигофагия** встречается чаще. Это существование за счет немногих кормов обычно одного биологического облика (семена древесных растений, их вегетативных частей, луковиц, насекомых, мелких птиц, грызунов и т. д.).

Сосальщики, цестоды, многие клещи меняют хозяев на разных стадиях развития. Многие клопы, перепончатокрылые и чешуекрылые питаются соком и нектаром ограниченного числа растений.

Среди водных беспозвоночных одни живут за счет планктона, другие – бентоса.

Среди рыб Северного Каспия выделяют червеедов (стерлядь, некоторые виды бычков), моллюскоедов (вобла, пуголовка), ракоедов (лещ, бычок-песочник) и хищников (севрюга, осетр, судак, белуга).

Много олигофагов среди рептилий: мелкими млекопитающими, птицами и рептилиями питаются гадюки, песчаные удавчики; яйцами – африканский шероховатый яйцеед; насекомыми и мелкими беспозвоночными – слепозмейки, толстоголовые змеи.

Среди воробьиных наиболее специализировано питание у клестов (семенами из шишек) и камышовок, питающихся поденками и личинками комаров.

У млекопитающих олигофагия встречается реже. Однотипное питание можно отметить у летучих мышей (летными ночными насекомыми), сурков, сусликов и сонь, впадающих в спячку на время исчезновения подходящего им корма.

**Полифагия (эврифагия)** – питание максимумом возможных кормов. Кукурузный мотылек питается на 160 видах растений. Всеядными или многоядными являются лягушки, водяная черепаха, некоторые виды ящериц. Канюки, коршуны, кобчики, совы-неясыти и другие хищные птицы поедают до 100 видов корма и более: млекопитающих, птиц, амфибий, рептилий, рыб, насекомых, моллюсков и даже растительный корм. Хищные млекопитающие (куны, собаки, медведи) поедают как животные, так и растительные корма.

Преимущества и недостатки моно- и полифагии различны. При монофагии пищеварительный процесс специализирован (переваривается один или немногие виды пищи), чем достигается высокая эффективность ее использования. У эврифагов переваривание усложнено, особенно при смене кормов.

### **Обеспеченность пищей и жизнеспособность особей**

Потребность в пище у животных меняется с возрастом, в различные сезоны и даже часы суток. Неодинаково не только количество, но и состав пищи. Потребности меняются и в зависимости от состояния обмена веществ. Повышение потребления пищи необходимо при понижении температуры, усилении ветра, сухости воздуха и других явлениях, когда возрастает и отдача тепла, и потеря воды, и расход других веществ.

Животным необходимы белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества, в том числе, микроэлементы (входят в состав гормонов, пигментов крови и др.). С пищей животные получают значительную, а иногда и всю необходимую им воду. Недостаток пищи называют голоданием, оно вызывает угнетение популяции, гибель особей и снижение их численности.

Большую роль играет качество пищи, зависит от содержания в ней витаминов, соотношения органических и минеральных веществ. Эти показатели влияют на длительность развития и выживание особей. Например, гусеницы сибирского шелкопряда хорошо растут на хвое лиственницы, хуже – на хвое пихты, а плохо – на хвое ели и сосны. Мышевидные грызуны (полевки, хомячки) быстро растут и достигают половой зрелости, если питаются полноценным кормом, особенно семенами растений. Эти же зверьки растут медленно, размножение резко сокращается или прекращается, если корма недостаточно или он неполноценен (отсутствие семян, недостаточная влажность корма). Голодовки и авитаминозы сопровождаются падением сопротивляемости инфекциям и распространению заболеваний.

Конечный результат питания – успешность развития животных и их готовность к размножению – зависит и от степени усвоения полученной пищи, что обеспечивается качественным составом пищи, соотношением витаминов, содержанием влаги и минеральных солей, а также внешними условиями, в которых происходит пищеварение (температура, влажность и др.).

## **7. АДАПТАЦИИ ЖИВОТНЫХ И ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ**

В ходе эволюции добиваются успеха те организмы, которые лучше других приспособлены к окружающей среде. У организмов в процессе эволюции выработалось множество разнообразных относительных приспособлений (адаптаций) к окружающей среде. Адаптацией считается любая особенность особи, популяции, вида или сообщества организмов, которая способствует успеху в конкуренции и обеспечивает устойчивость к абиотическим факторам. Это позволяет организмам существовать в данных условиях среды и оставлять потомство. Критериями адаптации являются: жизнеспособность, конкурентоспособность и фертильность.

**Жизнеспособность** – это способность организма жить и развиваться в данных условиях среды.

**Конкурентоспособность** – это способность организма добиваться успеха в борьбе за ресурсы и выживание.

**Фертильность** – это способность организмов размножаться.

**Адаптация** – развитие любого признака, который способствует выживанию вида и его размножению. Все адаптации делят на **эволюционные адаптации (пассивные)** и **аккомодации (активные)**. Эволюционная адаптация необратима и возникшие изменения генетически закрепляются. Сюда относят все приспособления, на которые действует естественный отбор. Например, окрасительная окраска, форма тела или отдельных органов. Аккомодации представляют собой обратимый процесс. Они возникают при резком изменении условий среды. Например, при резких перепадах температуры происходят мышечные и сосудистые реакции, связанные с генерацией тепла.

Адаптации могут быть морфологическими, физиологическими или поведенческими.

**Морфологические** адаптации включают изменения формы или строения организма. **Физиологические** адаптации связаны с химическими процессами в организме. **Поведенческие** адаптации связаны с определенным аспектом жизнедеятельности животного. Морфологические адаптации проявляются в преимуществах строения, покровительственной окраске, предостерегающей окраске, мимикрии, маскировке. **Преимущества строения** – это оптимальные пропорции тела, расположение и густота волосяного или перьевого покрова. Обтекаемая форма тела способствует быстрому передвижению животных в водной и в воздушной среде. Маховые и контурные перья, покрывающие тело птицы, полностью сглаживают его форму. Птицы лишены выступающих ушных раковин, в полёте они обычно втягивают ноги. В результате птицы по скорости передвижения намного превосходят всех других животных. Например, сокол сапсан пикирует на свою жертву со скоростью до 290 километров в час. Птицы быстро двигаются даже в воде. Наблюдали антарктического пингвина, плывущего под водой со скоростью около 35 километров в час.

У животных, ведущих скрытый, затаивающийся образ жизни, полезным оказываются приспособления, придающие им сходство с предметами окружающей среды. Причудливая форма тела у рыб, обитающих в зарослях водорослей (морской конёк-тряпичник, рыба-клоун, морская игла и др.), помогает им успешно скрываться от врагов. Сходство с предметами среды обитания широко распространено у насекомых. Известны жуки, своим внешним видом напоминающие лишайники, цикады, сходные с шипами тех кустарников, среди которых они живут. Насекомые палочники похожи на небольшую бурую или зелёную веточку, а прямокрылые насекомые имитируют лист. Плоское тело имеют рыбы, ведущие придонный образ жизни (скат, камбала).

**Покровительственная окраска** позволяет быть незаметным среди окружающего фона. Благодаря покровительственной окраске организм становится трудно различимым и, следовательно, защищенным от хищников. Если фон среды не остается постоянным в зависимости от сезона года, многие животные меняют окраску. Например, обитатели средних и высоких широт (песец, заяц, горностай, белая куропатка) зимой имеют белую окраску, что делает их незаметными на снегу.

Вариант покровительственной окраски – **расчленяющая окраска** в виде чередования на теле светлых и тёмных полос и пятен. Зебры и тигры плохо видны уже на расстоянии 40-50 метров из-за совпадения полос на теле с чередованием света и тени в окружающей местности. Расчленяющая окраска нарушает представления о контурах тела.

**Предостерегающая (угрожающая) окраска** предупреждает потенциального врага о наличии защитных механизмов (наличие ядовитых веществ или специальных органов защиты). Предостерегающая окраска выделяет из окружающей среды яркими пятнами или полосами ядовитых, жалящих животных и насекомых (змеи, осы, шмели).

Эффективность предостерегающей окраски послужила причиной очень интересного явления – подражания (мимикрии). **Мимикрией** называется сходство в окраске, форме тела безопасных животных с ядовитыми и опасными жи-

вотными. Отдельные виды мух, не имеющие жала, похожи на жалящих шмелей и ос, неядовитые змеи – на ядовитых. Во всех случаях сходство чисто внешнее и направлено на формирование определенного зрительного впечатления у потенциальных врагов. Мимикрия – это результат гомологичных (одинаковых) мутаций у разных видов, которые помогают выжить незащищённым животным (рис. 6). Для видов-подражателей важно, чтобы их численность была невелика по сравнению с моделью, которой они подражают, иначе у врагов не будет выработан устойчивый отрицательный рефлекс на предостерегающую окраску.

**Физиологические адаптации** – приобретение специфических особенностей обмена веществ в разных условиях среды. Они обеспечивают функциональные преимущества организма. Их условно разделяют на **статические** (постоянные физиологические параметры – температура, водно-солевой баланс, концентрация сахара и т. п.) и **динамические** (адаптации к колебаниям действия фактора – изменение температуры, влажности, освещенности, магнитного поля и т. п.).

Разнообразные механизмы физиологической адаптации к неблагоприятным условиям выработали птицы и млекопитающие. Многие пустынные животные перед наступлением засушливого сезона накапливают много жира: при его окислении образуется большое количество воды. Птицы и млекопитающие способны регулировать потери воды с поверхности дыхательных путей. Например, верблюд при лишении воды резко сокращает испарение как с дыхательных путей, так и через потовые железы.

Очень интересны приспособления, развивающиеся у ныряющих животных. Многие из них могут сравнительно долго обходиться без доступа кислорода. Тюлени, китообразные находятся под водой 40-60 минут благодаря содержанию в мышцах большого количества пигмента миоглобина. Миоглобин способен связать в 10 раз больше кислорода, чем гемоглобин.

Морфологические адаптации вырабатываются на протяжении длительного времени и остаются у всех представителей популяции. Физиологические адаптации вырабатываются за менее короткий временной промежуток. А по механизму включения они имеют срочный характер. Физиологические адаптации призваны обеспечивать немедленную реакцию организма на действие неблагоприятного фактора среды.

Под физиологической адаптацией в чистом виде исследователи понимают адаптивность терморегуляции, работы сердца, обмена воды, газообмена и поддержания электрического равновесия нервной системы.

Способность к поддержанию относительного постоянства температуры тела, т. е. гомойотермия, явилась важнейшим эволюционным приобретением (ароморфозом). Этот ароморфоз позволил теплокровным млекопитающим и птицам занять экологические ниши, недоступные для пойкилотермных животных (заполярье, пустыни, тропики).

Выживаемость животных при низких температурах среды определяется двумя факторами: теплоизолирующими свойствами покровных тканей и способностью животных повышать обмен веществ при охлаждении.

Критически опасной температурой даже для полярных животных считается температура ниже  $-50^{\circ}\text{C}$ , хотя отдельные представители, например эскимосская лайка или песец, поддерживают температуру тела на уровне  $38-40^{\circ}\text{C}$  даже при температуре воздуха около  $-80^{\circ}\text{C}$ .

**Поведенческие (этологические) адаптации** представляют собой все поведенческие реакции, направленные на выживание отдельных особей и, следовательно, вида в целом. Такими реакциями являются:

- приспособительное поведение;
- поведение при поиске пищи и полового партнера;
- спаривание;
- выкармливание потомства;
- избегание опасности и защита жизни в случае угрозы;
- агрессия и угрожающие позы;
- незлобность и многие другие.

**Приспособительное поведение** – принятие определённых поз покоя (гусеницы некоторых насекомых в неподвижном состоянии очень похожи на сушочек дерева; бабочка каллима со сложенными крыльями удивительно напоминает сухой лист дерева), либо, наоборот, демонстративное поведение, отпугивающее хищников. Существует много других вариантов приспособительного поведения, обеспечивающего выживаемость взрослых особей или молоди. Сюда относится запасание корма на неблагоприятный сезон года. Особенно это присуще грызунам. Например, полёвка-экономка, распространённая в таёжной зоне, собирает зерна злаков, сухую траву, корешки – всего до 10 килограммов. Роющие грызуны (слепыши и др.) накапливают кусочки корней дуба, желуди, картофель, степной горошек – до 14 килограммов. Большая песчанка, живущая в пустынях Средней Азии, в начале лета срезает траву и затаскивает её в норы или оставляет на поверхности в виде стожков. Корм этот используется во второй половине лета, осенью и зимой. Речной бобр собирает обрубки деревьев, веток и пр., которые складывает в воду возле своего жилища. Склады эти могут достигать объёма 20 кубических метров. Запасы кормов делают и хищные животные. Норка и некоторые хорьки запасают лягушек, ужей, мелких зверьков и т.д. Примером приспособительного поведения служит и время наибольшей активности. В пустынях многие животные выходят на охоту ночью, когда спадает зной.

Некоторые поведенческие реакции наследуются (**инстинкты**), другие приобретаются в течение жизни (**условные рефлексy**). У различных организмов соотношение инстинктивного и условнорефлекторного поведения неодинаково. Например, у беспозвоночных и низших хордовых преобладает инстинктивное поведение, а у высших млекопитающих (приматов, хищных) – условнорефлекторное. Высший уровень поведенческой адаптивности, основанный на механизмах высшей нервной деятельности, имеется у человека.

Особенно большое значение имеют приспособления, обеспечивающие защиту потомства от врагов. Забота о потомстве может проявляться в разной форме. Многие рыбы охраняют икру, откладываемую между камнями, активно отгоняя и кусая приближающихся возможных врагов. Азовские и каспийские бычки откладывают икру в ямки, вырытые в дне, и охраняют её затем в течение

всего развития. Самец колюшки строит гнездо с выходом и входом. Некоторые американские сомы прилепляют икру на брюхо и носят её на себе все время развития. Многие рыбы вынашивают икру во рту или даже в желудке. В это время родитель ничего не ест. Вылупившиеся мальки некоторое время держатся вблизи самки (или самца, в зависимости от вида) и при опасности прячутся в рот родителя. Существуют виды лягушек, у которых икринки развиваются в специальной выводковой сумке на спине или в голосовых мешках самца.

Значительно более сложные и многообразные формы заботы о потомстве наблюдаются у высших позвоночных. Сложные инстинкты и способность к индивидуальному обучению позволяют им с большим успехом выращивать потомство. Наивысшей степени развития достигают формы поведения у млекопитающих животных. Это проявляется и в отношении к детёнышам. Звери не только кормят своё потомство, но и обучают ловить добычу.

Ни одна адаптация не является абсолютно идеальной. Например, длинные крылья стрижа, позволяющие ему быстро летать, затрудняют взлет с ровной поверхности. Постоянный рост резцов у грызунов дает возможность грызть очень твердые предметы, однако если их не стачивать, отрастают так, что животное не может закрыть рот. Поэтому любой адаптивный признак оказывается целесообразным лишь в определенной среде. При резком изменении условий обитания чрезмерно развитые признаки могут оказаться нецелесообразными и принести вред организму.

**Фотопериодизм** – реакция организма на длину светового дня в умеренных и полярных зонах, которая воспринимается как сигнал для смены фаз развития или поведения организмов. Примерами фотопериодизма являются такие явления, как листопад, линька животных, перелеты птиц и т.п. Другим примером адаптации к периодичности природных явлений может служить суточная ритмика. Например, у животных при смене дня и ночи меняется интенсивность дыхания, частота сердцебиений и т.д. К примеру, серые крысы более лабильны по суточной ритмике, чем черные, поэтому они легче осваивают новые территории, заселив уже практически весь земной шар.

**Линька** – это периодическая смена покровных образований. Она свойственная многим группам животных. И если у членистоногих линька напрямую связана с процессами роста, то у птиц и млекопитающих имеет четко сезонный характер. Главное адаптивное значение линьки – изменение уровня теплоизоляции в соответствии с сезонным циклом погодных условий. Помимо этого, у некоторых видов линька определяет сезонную смену покровительственной окраски, а у многих птиц – приобретение яркого брачного наряда к началу сезона размножения и смену его на более скромный по окончании брачного периода.

Линька как сезонное явление не ограничивается сменой оперения. При линьке сменяются и другие роговые образования (ороговевший эпителий, чешуи, когти, роговые пластинки на клюве). Кроме того, организм линяющих птиц испытывает специфические перестройки, затрагивающие многие стороны физиологии. В частности, в период линьки существенно изменяется состав тканей и органов: содержание жира в теле резко снижается и доходит до минимума, а количество воды в тканях, наоборот, повышается до максимального.

Сезонные миграции птиц – одна из форм приспособления к меняющимся на протяжении года погодным и кормовым условиям. Выяснено, что для перелета необходима определенная физиологическая подготовка организма, предшествующая началу собственно миграции. Комплекс физиологических перестроек, характеризующих этот процесс, определяют как миграционное состояние, занимающее строго определенное место в общем цикле сезонных изменений жизнедеятельности организма.

## 8. ЭКОЛОГИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

Слово популяция - латинское, переводится как народ, население. Термин популяция был введен Йогансенем в 1903 году. **Популяция** – совокупность особей одного вида, находящиеся во взаимодействии между собой и совместно населяющие общую территорию с относительно однородными условиями обитания и имеющие общий генофонд.

**Вид** – совокупность популяции особей, способных скрещиваться, иметь плодовитое потомство, обладающие схожими морфологическими признаками и населяющие общий ареал.

Основные характеристики популяций. К ним относятся:

- численность - общее количество особей определенной территории;
- плотность - среднее число особей на единицу площади или объема занимаемого популяцией пространства;
- рождаемость - число новых особей, появившихся за единицу времени в результате размножения;
- смертность - показатель, отражающий количество погибших в популяции особей за определенный отрезок времени;
- прирост популяции - разница между рождаемостью и смертностью. Прирост может быть как положительный, так и отрицательный;
- темпы роста - средний прирост за единицу времени.

**Статистические показатели** характеризуют состояние популяции на данный момент времени. К статистическим показателям популяций относятся их численность, плотность и показатели структуры.

**Показатели структуры:**

- половая – соотношение особей разного пола;
- размерная – соотношение количества особей разных размеров;
- генетическая – соотношение особей по характеру изменчивости и разнообразию генотипов, частотами вариации отдельных генов, а также разделение популяции на группы генетически близких особей, между которыми происходит постоянный обмен генами;
- возрастная – соотношение количества особей различного возраста (генераций) в популяции.

Основными динамическими характеристиками популяций являются рождаемость, смертность, прирост популяции и темпы роста.

**Пространственная структура популяции** – это характер размещения и распределения особей популяции и их группировок на популяционной территории. Так, например, у животных образуются стаи, стада, колонии и другие объединения особей, благодаря чему достигаются различные защитные эффекты. Различают следующие типы пространственного распределения особей в популяциях: равномерный (регулярный), диффузный (случайный) и агрегированный (групповой, мозаичный) (рис. 6).

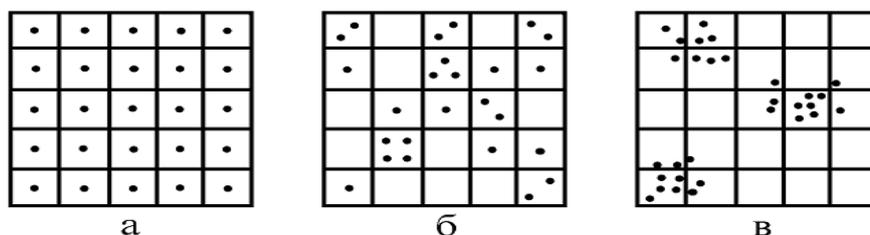


Рисунок 6 – Типы пространственного распределения особей в популяциях: а – равномерный, б – диффузный, в – агрегированный (по А.М. Гилярову, 1990).

По типу использования пространства все подвижные организмы (животные) делятся на две основные группы: оседлые и кочевые.

При оседлом образе жизни животные в течение всей или большей части жизни используют довольно ограниченный участок среды (индивидуальный участок). Такие животные отличаются инстинктом привязанности к своему участку, а в случае вынужденного переселения – стремятся вернуться на свою прежнюю территорию. При кочевом образе жизни у животных не прослеживается выраженной территориальности, они объединяются в группы, кочующие в поисках пищи.

Все популяции в той или иной степени подвержены колебаниям численности входящих в них особей. Эти изменения носят название «популяционных волн», «волн жизни» или «волн численности». В большинстве случаев популяционные волны проявляются в виде резко выраженных пиков численности, которые через год-два или более сменяются ее спадами. Причины таких колебаний до конца не ясны. В одних случаях их связывают с пищевым фактором или прессом хищников, в других - с климатическими явлениями (например, для леммингов - с количеством тепла, приносимого Гольфстримом), в третьих, - с солнечной активностью или комплексом взаимосвязанных факторов.

### **Полиморфизм популяций**

Каждая популяция неоднородна, т.к. в своем составе слагается из особей различных возрастов, находящихся на разных стадиях развития; неполовозрелых, размножающихся и прекративших размножение самцов и самок; одиночных и стадных особей и т.д. Такое явление носит название *полиморфизм* популяций.

Различают следующие проявления полиморфизма популяций:

Возрастные внутрипопуляционные группы существуют у многих видов отдельно друг от друга (т.е. наличие в популяции популяций различных возра-

тов). У насекомых, развивающихся с метаморфозом, например, у комаров, личинки и куколки (особи предрепродуктивного возраста) живут и питаются в воде, а взрослые насекомые живут в наземно-воздушной среде, причем самки питаются кровью теплокровных животных. Возрастные группировки могут отличаться и по характеру питания: гусеницы бабочек поедают ткани растений, а взрослые насекомые питаются нектаром цветков. Возрастные группировки характерны для всех животных, т.к. с возрастом у них меняется питание, водный и тепловой обмен со средой, образ жизни и т.д.

Половые группировки формируются в популяциях на основе половых морфологических и экологических различий (половой диморфизм; различия в питании самцов и самок; обособления половых групп в период развития молодняка). Например, самцы жуков - оленей имеют видоизмененные наподобие рогов верхние челюсти, тогда как у самок они имеют типичное строение.

Функциональные внутривидовые группировки связаны как с возрастными, так и с половыми различиями особей в популяции. Головастики лягушек питаются исключительно водорослями, а взрослые животные - насекомыми, т.е. функциональная трофическая роль головастиков - фитофаги, а взрослые лягушки - хищники. Самцы некоторых глубоководных рыб - удильщиков настолько малы, что ведут паразитический образ жизни на теле самок, которые являются хищниками, т.е. самцы и самки неравноценны между собой по функциональному значению.

## 9. ЭКОЛОГИЯ СООБЩЕСТВ И ЭКОСИСТЕМ

**Синэкология**, или экология сообществ изучает ассоциации популяций растений, животных и микроорганизмов, образующих эти сообщества (биоценозы), пути их формирования и развития, структуру и динамику, энергетику, продуктивность.

**Биоценоз** - группа взаимосвязанных популяций растений, животных и микроорганизмов, живущих совместно в одних и тех же условиях среды (термин предложен К. Мебиусом в 1877 г.). Но биоценоз не может существовать независимо от среды. Пространство с относительно однородными условиями, заселенное сообществом организмов (биоценозом), называется **биотопом**. Биоценоз с биотопом образуют **экосистему**.

**Экосистема** – единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, в котором живые и косные компоненты связаны между собой обменом вещества и энергии.

В 1940 г. В. Н. Сукачев применил термин «биогеоценоз».

**Биогеоценоз** - устойчивая, исторически сложившаяся общность живого населения, на определенной территории с определенными характеристиками почвы (тип, содержание гумуса, микрорельеф и т.д.) на которой осуществляется относительно устойчивый круговорот веществ и направленный и упорядоченный поток энергии. Термины биогеоценоз и экосистема во многом близки, но биогеоценоз чаще применяют к наземным экосистемам.

Для поддержания круговорота веществ в экосистеме необходимо наличие запаса неорганических веществ в усвояемой форме и трех функционально различных экологических групп организмов: продуцентов, консументов и редуцентов.

**Продуцентами** выступают автотрофные организмы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений (растения, водоросли).

**Консументы** - гетеротрофные организмы (животные), потребляющие органическое вещество продуцентов или других консументов и трансформирующие его в новые формы.

**Редуценты** (бактерии, грибы) живут за счет мертвого органического вещества, переводя его вновь в неорганические соединения. Классификация эта относительная, так как и консументы, и сами продуценты выступают частично в роли редуцентов в течение жизни, выделяя в окружающую среду минеральные продукты обмена веществ.

Устойчивость экосистемы тем больше, чем больше она по размеру и чем богаче и разнообразнее ее видовой и популяционный состав. Основная функция совокупности живых существ (сообщества), входящих в экосистему, – обеспечить равновесное (устойчивое) состояние экосистемы на основе замкнутого круговорота веществ.

Живые организмы, входящие в экосистемы, для своего существования должны постоянно пополнять и расходовать энергию. Растения являются первичными поставщиками энергии для всех других организмов в цепях питания. Существуют определенные закономерности перехода энергии с одного трофического уровня на другой вместе с потребляемой пищей. Основная часть энергии, усвоенной консументом с пищей, расходуется на его жизнеобеспечение (движение, поддержание температуры тела и т. п.).

Первый трофический уровень занимают автотрофы. Организмы второго трофического уровня называются первичными консументами, третьего – вторичными консументами и т.д. Обычно наблюдается не более 5 уровней, т.к. на каждом уровне количество аккумулированной энергии резко падает.

Для изучения взаимоотношений между организмами в экосистемах и для графического изображения используются экологические пирамиды. Они отражают характеристики любого биоценоза.

Выделяются следующие пирамиды: чисел, биомассы и энергии. В 1942 г. Линдеман сформулировал закон пирамиды энергии (закон 10%) – с одного трофического уровня экологической пирамиды переходит на другой ее уровень не более 10 % энергии.

Продуктивность экосистем тесно связана с потоком энергии.

Биологическая продуктивность – воспроизведение биомассы растений, микроорганизмов и животных, входящих в состав биогеоценоза. Органическое вещество, создаваемое продуцентами в процессе фотосинтеза, называется первичной продукцией экосистемы. Первичной продукцией определяется общий поток энергии через биотический компонент экосистемы и биомасса живых организмов, которые могут существовать в экосистеме.

Первичная продуктивность – скорость, с которой продуценты в процессе фотосинтеза связывают энергию и запасают ее в форме органического вещества. Консументы образуют свою биомассу.

## Агробиоценоз

*Агробиоценоз или агроценоз* – это сообщество растений, животных, грибов и микроорганизмов, созданное для получения сельскохозяйственной продукции и регулярно поддерживаемое человеком.

Примерами таких экосистем, созданных человеком, являются поля, огороды, сады, парки, лесные насаждения, пастбища.

Агроценозы, как и любые другие природные экосистемы, обладают определенным видовым составом и определенными взаимоотношениями между живыми организмами и средой обитания.

В агробиоценозе (например, пшеничного поля) складываются те же пищевые цепи, что и в природной экосистеме: продуценты (пшеница и сорняки), консументы (насекомые, птицы) и редуценты (грибы и бактерии).

Обязательным звеном этой пищевой цепи является человек, который своим трудом и талантом создает каждый агроценоз и обеспечивает его высокую продуктивность, а затем собирает и использует урожай.

Между агроценозом и естественным биогеоценозом существует ряд различий:

**Первое различие:** в природных экосистемах (леса, тундры, степи, пустыни, реки и т.д.) действует естественный отбор обеспечивающий его устойчивость. В агроценозах действует искусственный отбор, направляемый человеком прежде всего на повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Экологическая устойчивость агробиоценозов невелика. Без участия человека агроценозы зерновых и овощных культур существуют не более года, многолетних трав – 3-4 года, плодовых культур – 30-30 лет. Затем они распадаются или отмирают.

**Второе различие** заключается в использовании энергии. Для биоценоза единственным источником энергии является Солнце. Агроценозы помимо солнечной энергии получают от человека дополнительную энергию: на производство удобрений, препаратов против сорняков, вредителей и болезней, орошение или осушение затрачивается энергия. Без дополнительной затраты энергии существование агроценозов невозможно.

**Третьим**, и одним из самых существенных различий между биогеоценозом и агроценозом является баланс питательных элементов. В биогеоценозе первичная продукция растений (урожай) потребляется в многочисленных цепях питания и вновь возвращается в систему биологического круговорота в виде CO<sub>2</sub>, воды и элементов минерального питания. В агроценозе такой круговорот элементов нарушается, поскольку значительную их часть человек изымает с урожаем. Поэтому для возмещения потерь необходимо постоянно вносить в почву удобрения.

## 10. БИОСФЕРА

### Общие сведения о биосфере

Выдающийся русский ученый В.И. Вернадский, один из создателей современного взгляда на биосферу, определил ее как наружную оболочку Земли, область распространения жизни.

Биосфера включает в себя:

- *живое вещество*, то есть совокупность всех живых организмов (растения, животные, микроорганизмы);
- *биогенное вещество*, то есть органоминеральные или органические продукты, созданные живым веществом (торф, каменный уголь, нефть);
- *биокосное вещество*, созданное живыми организмами вместе с неживой (косной) природой (водой, атмосферой, горными породами), – почвенный покров.

Все компоненты биосферы тесно взаимодействуют между собой, составляя целостную, сложно организованную систему, развивающуюся по своим внутренним законам и под действием внешних сил, в том числе космических (солнечного излучения, гравитационных и магнитных полей Солнца, Луны и других небесных тел).

В биосферу входят: нижняя часть атмосферы до озонового экрана, вся гидросфера и верхняя часть литосферы.

Биосфера, возникнув и сформировавшись 1–2 млрд. лет назад (к этому времени относятся первые обнаруженные остатки живых организмов), находится в постоянном динамическом равновесии и развитии.

Эволюция биосферы шла по пути усложнения структуры биологических сообществ, умножения числа видов и совершенствования их приспособленности. Эволюционный процесс сопровождался увеличением эффективности преобразования энергии и вещества биологическими системами: организмами, популяциями, сообществами.

В настоящее время человек стал главной силой, изменяющей процессы в биосфере. Научно-технический прогресс значительно опередил наши знания законов биосферы. Это привело к нарушению биосферного равновесия. Необходимо изучать законы природы, чтобы предотвратить ее разрушение, найти пути разумного использования природных ресурсов.

### **Ноосфера**

В основе современных представлений о взаимоотношении человека и природы лежит разработанная в начале XX века В.И. Вернадским концепция ноосферы, как нового геологического этапа развития биосферы, на котором человек впервые становится крупнейшей геологической силой. **Сфера взаимодействия общества и природы, в пределах которой разумная деятельность предстает главным, определяющим фактором развития биосферы и человечества, называется ноосферой.**

В представлении В.И. Вернадского, человек – часть живого вещества, подчиненного общим законам организованности биосферы, вне которой оно существовать не может. Человек является частью биосферы, утверждал выдающийся ученый. Ноосфера представляет собой качественно новый этап эволюции биосферы, в котором создаются новые формы ее организованности как новое единство, возникающее в результате взаимодействия природы и общества.

В.И. Вернадский считал основной предпосылкой перехода биосферы в ноосферу научную мысль. Материальным ее выражением в преобразуемой человеком биосфере является труд.

Учение о биосфере и ее высшей стадии – ноосфере в настоящее время приобрело особое, практическое значение в связи с тем, что локальное воздействие человека на биосферу стало носить глобальный характер. Международная программа «человек и биосфера» посвящена поиску оптимальных путей решения экологических проблем, обеспечения разумной хозяйственной деятельности человека, не нарушающей функций биосферы.

Человек издавна воздействовал на окружающую природную среду, но на протяжении долгого времени возможности его были ограничены.

Быстрый рост населения, резкое увеличение потребления ресурсов, появление мощной техники значительно усилило воздействие человека на природную среду, достигнув глобальных масштабов.

Человек ежегодно извлекает из земных недр более 200 млрд. тонн руд, горючих и строительных материалов, сбрасывает в море и реки более 750 млн. тонн нефтепродуктов, выбрасывает в атмосферу более 25 млрд. тонн оксидов углерода, 1,5 млн. тонн фреонов, 190 млн. тонн диоксида серы и т.д.

Интенсивно проводилось сведение лесов под пашню и пастбища. Из-за неправильного использования земель ежегодно возникает около 6 млн. га. «рукотворных» пустынь. Ежегодно на планете теряется 26 млрд. тонн плодородного слоя пахотных земель.

Однако наиболее сложной экологической проблемой является интенсивное загрязнение окружающей среды. Выделяют 3 типа загрязнения природной среды:

1. Физическое (тепловое, шумовое, электромагнитное, радиоактивное);
2. Химическое (аэрозоли, химические вещества, пластмассы, пестициды)
3. Биологическое (биогенное, микробиологическое, генная инженерия).

Особую опасность представляют предприятия химической, цветной, нефтеперерабатывающей, топливной промышленности; различные виды транспорта (особенно автомобили); сельское хозяйство (мин. удобрения, пестициды); АЭС.

Загрязнители поглощаются живыми организмами и, перемещаясь по пищевым цепям, увеличивают свои концентрации, оказывая вредное воздействие на природные экосистемы и живые организмы.

Среди экологических проблем биосферы особую опасность представляет ее радиоактивное загрязнение. Оно может быть вызвано главным образом антропогенными факторами: разработка радиоактивных руд, ядерные взрывы в мирных целях, испытание ядерного оружия, аварии на АЭС.

В результате нерациональной деятельности человека за последние столетия безвозвратно истреблено много видов животных.

Спуск недостаточно очищенных промышленных отходов в водоемы губят в них жизнь.

Вырубка лесов без учета их воспроизведения приводит к обмелению рек и эрозии почв.

Увеличивается потребность в воде для бытовых и промышленных нужд. Перед человеком нависла угроза водного голода.

Становится проблемой недостаток минерального сырья. Неумеренно используя энергетические ресурсы, человек истощает их запасы и наносит урон окружающей среде.

Бесконтрольно используются горючие вещества в современной технике. Это грозит опасностью нарушения атмосферных процессов в местном и мировом масштабе.

### **Живое вещество биосферы и его функции**

Совокупность живых организмов в биосфере В.И. Вернадский назвал «живым веществом». Живое вещество он считал формой активированной материи. Специфика его заключается в том, что живое вещество биосферы характеризуется огромной свободной энергией, химические реакции в нем протекают при низких температурах и в тысячи, миллионы раз быстрее, чем в неживом веществе. Слагающие живое вещество индивидуальные химические элементы (белки, ферменты) устойчивы только в живых организмах, оно характеризуется саморегулируемым движением и стремится заполнить собой все возможное пространство. Живое вещество в биосфере представлено в виде индивидуальных организмов, на Земле – в виде биоценозов. Для него характерно наличие эволюционного процесса, так как благодаря непрерывному чередованию поколений современное живое вещество генетически связано с живым веществом прошлых геологических эпох.

Живое вещество в биосфере выполняет ряд важнейших функций. В настоящее время они объединены в пять основных групп:

**1. Энергетическая функция** – основная планетарная функция биосферы. Она заключается в улавливании, связывании и запасании солнечной энергии, идущей затем на поддержание других процессов в биосфере. В основе этой функции лежит фотосинтезирующая деятельность зеленых растений. Зеленый покров является единственным источником свободного кислорода и регулятором газового состава атмосферы, он поддерживает неизменное содержание кислорода (20,95%) газового состава атмосферы.

**2. Концентрационная функция** – связана с аккумуляцией живыми организмами из внешней среды химических элементов (водород, кислород, азот, кальций, магний, натрий, фосфор). Ежегодно зеленые растения концентрируют 107т цинка, что равняется его мировым запасам (в виде сырья), 105т кобальта, 106т никеля, 107т меди, 109т фосфора, что всего на порядок меньше их мировых запасов (в сырье). Отмирание живого вещества приводит к высокому содержанию большинства этих элементов в почве и литосфере, вплоть до образования горных пород - торфа, угля, известняка, сапропелей, мела, железных руд осадочного происхождения и др.

Кроме обычных химических элементов, широко распространенных в биосфере, многие организмы накапливают редкие и рассеянные элементы, которые могут играть важную роль в их физиологии. Некоторые цветковые растения могут концентрировать литий, барий. Микрофлора некоторых рудных месторождений обогащается медью, цинком, свинцом. Бром и йод накапливаются в некоторых морских водорослях, а также некоторых губках. Растительность, произрастающая на почвах и породах, обогащенных растворимыми соединениями металлов, накапливает их в повышенном количестве против нормального

содержания. На этом основаны биохимические методы поисков рудных месторождений.

**3. Деструктивная функция** живого вещества выражается в разрушении органических остатков и вовлечении освобождающихся веществ в биосферный круговорот.

Живые организмы оказывают влияние не только на органические остатки. Биогенному разложению подвержены многие минералы. Разлагая минералы, живые организмы извлекают из них кальций, калий, натрий, фосфор и другие элементы. Концентрация организмами токсичных веществ может приводить к образованию их запасов на отдельных участках земной коры.

**4. Средообразующая функция.** В результате деятельности живого вещества изменяются физико-химические характеристики среды: влажность, температура, газовый состав. Именно благодаря живым организмам в атмосфере произошло накопление кислорода. Живые организмы оказывают влияние на углекислый газ, азот, метан, водород. Считается, что 50% всего водорода атмосферы образовано в результате деятельности живого вещества.

Состав почвенного воздуха формируют бактерии. Живое вещество определяет и состав природных вод.

**5. Транспортная функция.** Это перемещение веществ в биосфере во всех направлениях.

### **Круговорот веществ**

В процессе жизнедеятельности все организмы находятся в постоянном и активном взаимодействии с окружающей средой. Суть этого взаимодействия заключается в обмене веществом и энергией. В целом в биосфере происходит непрерывный процесс созидания живого вещества и аккумуляции энергии и одновременно разрушения сложных органических веществ и превращения их в исходные вещества:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , различные соли. Эти два процесса составляют сущность круговорота веществ, они неразделимы и биосфера может существовать лишь при одновременном их протекании.

Существует два круговорота – большой (геологический) и малый (биологический). В процессе геологического круговорота с одного места в другое в масштабе всей планеты переносятся минеральные соединения, а также изменяется агрегатное состояние  $\text{H}_2\text{O}$  (жидкая, твердая (лед, снег), газообразная (пар)). Геологический круговорот наиболее четко проявляется в круговороте  $\text{H}_2\text{O}$ . Круговорот воды – процесс непрерывного, взаимосвязанного перемещения воды на земле, происходящий под влиянием солнечной энергии, силы тяжести и жизнедеятельности организмов. Испарение воды происходит с поверхности водоемов, почвы и растений. Вода, находящаяся в парообразном состоянии возвращается затем в виде осадков. Над океаном выпадает 78% общего количества осадков, над сушей – 22%. Геологический круговорот веществ проходит медленнее и границы его часто шире границ биосферы, и живые организмы в геологическом круговороте играют второстепенную роль.

С появлением живых организмов на базе геологического круговорота возник биологический. Суть биологического круговорота заключается в проте-

кании двух противоположных, но взаимосвязанных процессов – создания органических веществ и их разрушения. Начальный этап возникновения органического вещества обусловлен фотосинтезом зеленых растений. Растения извлекают из почвы в растворенном виде серу, фосфор, кальций, калий, магний, алюминий, и т.д.

Растительноядные животные поглощают уже соединения этих элементов в виде пищи растительного происхождения. Хищники питаются растительноядными животными, потребляя пищу более сложного состава, включая белки, жиры, аминокислоты. В процессе разрушения микроорганизмами органического вещества отмерших растений и остатков животных в почву и водную среду поступают простые минеральные соединения доступные для усвоения растениями и начинается следующий виток биологического круговорота.

Обмен веществом и энергией, осуществляющийся между различными структурными частями биосферы и определяющийся жизнедеятельностью микроорганизмов, называется биохимическим циклом.

К главным циклам относятся биохимические циклы углерода, кислорода, азота, серы, фосфора.

**Углерод.** Круговорот углерода - это один из важнейших круговоротов в биосфере. В биологическом круговороте углерода выделяются три стадии:

1. Зеленые растения, поглощая углекислый газ из воздуха, создают органическое вещество;
2. Животные, питаясь растениями, из содержащихся в них соединений углерода продуцируют другие соединения;
3. Микроорганизмы разрушают вещество мертвых растений и животных и освобождают углерод, который снова попадает в атмосферу в составе углекислого газа.

Источником углерода также является углекислый газ, поступающий в атмосферу при дыхании растений в темное время суток. Часть углерода накапливается в виде мертвых органических веществ там, где отсутствуют условия для их разложения, и переходит в ископаемое состояние (торф, каменный уголь, нефть). О масштабности современного биологического круговорота углерода можно судить по тому обстоятельству, что растительные организмы, включая водоросли, ежегодно продуцируют около 1,5 трлн. тонн углерода органической массы. На суше особенно мощным естественным источником поступления  $\text{CO}_2$  в атмосферу являются вулканы.

**Кислород ( $\text{O}_2$ ).** Биохимический цикл кислорода является планетарным процессом, связывающим атмосферу, гидросферу и литосферу. Все органические вещества – это соединения  $\text{O}_2$ , поэтому кислород является жизненно важным элементом почти для всех живых организмов (за исключением анаэробных бактерий). В количественном отношении  $\text{O}_2$  преобладающий компонент живой материи (тело человека по массе состоит из  $\text{O}_2$  на 62,8%, 30% земного шара, 47% земной коры, 85,7% гидросферы и 70% живого вещества составляет по массе  $\text{O}_2$ ). Огромные его количества прочно химически связаны с другими элементами, образуя многочисленные минералы. В биосфере происходит быстрый обмен кислорода среды с живыми организмами или их остатками после гибели.

В течение веков растения главным образом производят свободный  $O_2$ , а животные являются его потребителями путем дыхания. Господствующей формулой нахождения кислорода в атмосфере является молекула  $O_2$ , в ничтожных количествах присутствует озон ( $O_3$ ). Свободный кислород атмосферы является побочным продуктом процесса фотосинтеза зеленых растений, его общее количество отражает баланс между его продукцией и процессами окисления и гниения различных веществ. Количество выделяемого кислорода равно количеству поглощаемого.

**Азот ( $N_2$ )** – главный газ атмосферы (80% свободного). В связанном состоянии встречается в форме неорганических соединений, например, натриевой селитры  $NaNO_3$  и калийной  $KNO_3$ , аммиака  $NH_3$  (продуктов гниения). В виде органических соединений азот содержится во всех организмах. В атмосфере Земли он находится в виде  $N_2$  – химически инертного газа. Большинство организмов не способны усваивать свободный азот из воздуха. Растения извлекают азот из почвы с неорганическими веществами – солями аммония и нитратами (нитраты – соли азотной кислоты, нитриты – соли азотистой кислоты). Животные усваивают органически связанный азот при потреблении растительной или животной пищи.

В круговорот атмосферный азот вовлекается главным образом благодаря азотфиксации. Свободный азот фиксируют синезеленые водоросли, азотбактерии. Отмершая органика перерабатывается сапрофитами (грибы, бактерии). В итоге связанный в органике азот высвобождается и возвращается в молекулярной форме в атмосферу.

**Фосфор.** Круговорот фосфора в биосфере неразрывно связан с синтезом таких органических веществ, как: АТФ, ДНК, РНК и другие.

В почве и воде содержание фосфора очень мало. Основные его запасы в горных породах, образовавшихся в далеком прошлом. С выветриванием этих пород начинается кругооборот фосфора.

Фосфор является прекрасным питательным веществом для различного вида бактерий. Особенно сине-зеленой водоросли, которая при увеличенном содержании фосфора бурно развивается.

Тем не менее большая часть фосфора уносится с речными и другими водами в океан. Там он активно поедается фитопланктоном, а фитопланктон морскими птицами и другими видами животных. Впоследствии фосфор попадает на океаническое дно и формирует осадочные породы. То есть возвращается в землю, лишь под слоем морской воды.

**Сера.** В биосфере круговорот серы необходим для образования аминокислот. Он создает трехмерную структуру белков. В нем участвуют бактерии и организмы, потребляющие кислород для синтеза энергии. Они окисляют серу до сульфатов, а одноклеточные доядерные живые организмы, восстанавливают сульфаты до сероводорода. Кроме них, целые группы серобактерий, окисляют сероводород до серы и далее до сульфатов. Растения могут потреблять из почвы лишь ион серы –  $SO_4^{2-}$ . Таким образом, одни микроорганизмы являются окислителями, а другие восстановителями.

Местами накопления серы и ее производных в биосфере является океан и атмосфера. В атмосферу сера поступает с выделением сероводорода из воды. Кроме того, сера попадает в атмосферу в виде диоксида при сжигании на производствах и в бытовых нуждах горючего ископаемого топлива. В первую очередь угля. Там она окисляется и, превращаясь в серную кислоту в дождевой воде, с ней же выпадает на землю. Кислотные дожди сами по себе наносят существенный вред всему растительному и животному миру, а кроме этого, с ливневыми и тальными водами, попадают в реки. Реки несут ионы сульфатов серы в океан.

Содержится сера также в горных породах в виде сульфидов, в газообразном виде – сероводород и сернистый газ. На дне морей имеются залежи самородной серы. Но это все «резерв».

### **Глобальные проблемы биосферы**

Хозяйственная деятельность человека, приобретя все более глобальный характер, начинает оказывать весьма ощутимое влияние на процессы, происходящие в биосфере. До определенного уровня биосфера способна к саморегуляции, что позволяет свести к минимуму негативные последствия деятельности человека. Но существует предел, когда биосфера уже не в состоянии поддерживать равновесие.

Человечество существенно изменило ход течения целого ряда процессов в биосфере, в том числе биохимического круговорота и миграции ряда элементов. В настоящее время, хотя и медленно, происходит качественная и количественная перестройка всей биосферы планеты.

**«Парниковый эффект».** По данным ученых, за 80-е гг. средняя температура воздуха в северном полушарии повысилась по сравнению с концом 19 в. на 0,5-0,6 С. Ученые связывают повышение в первую очередь с увеличением содержания углекислого газа и аэрозолей в атмосфере. Это приводит к чрезмерному поглощению воздухом теплового излучения Земли. Потепление климата может привести к интенсивному таянию ледников и повышению уровня Мирового океана. Изменения, которые могут произойти вследствие этого, просто трудно предсказать.

**Истощение озонового слоя.** В последние годы ученые все с большей тревогой отмечают истощение озонового слоя атмосферы, который является защитным экраном от ультрафиолетового излучения. Особенно быстро этот процесс происходит над полюсами планеты, где появились так называемые озоновые дыры. Опасность заключается в том, что ультрафиолетовое излучение губительно для живых организмов.

**Массовое сведение лесов** – одна из наиболее важных глобальных проблем современности. Лесные сообщества играют важнейшую роль в нормальном функционировании природных экосистем. Они поглощают атмосферные загрязнения антропогенного происхождения, защищают почву от эрозии, регулируют нормальный сток поверхностных вод, препятствуют снижению уровня грунтовых вод и заливанию рек, каналов и водохранилищ. Уменьшение площади лесов нарушает процесс круговорота кислорода и углерода в биосфере.

Сведение лесов влечет за собой гибель их богатейших флоры и фауны. Человек обедняет облик своей планеты.

**Дефицит воды.** Многие ученые связывают его с непрерывным повышением температуры воздуха из-за роста содержания в атмосфере углекислого газа. Нетрудно протянуть цепочку, где одна проблема вызывает другую: большое энерговыделение (решение энергетической проблемы) – парниковый эффект – нехватка воды – недостаток пищи (неурожаи). За последние 100 лет температура возросла на 0,6 С°. В 1995–1998 гг. наблюдался особенно большой ее рост. Углекислый газ, метан и некоторые другие газы поглощают тепловое излучение и усиливают парниковый эффект.

Еще более важный фактор – резкое увеличение расхода воды на промышленные и бытовые цели.

**Опустынивание.** Опустынивание происходит во всех природных зонах мира. Главная причина современного роста опустынивания – несоответствие сложившейся структуры использования природных ресурсов с потенциальными природными возможностями данного ландшафта, рост народонаселения, увеличение антропогенных нагрузок.

**Отходы производства.** Серьезной экологической проблемой стали отходы промышленного и сельскохозяйственного производства. В настоящее время делаются попытки уменьшить количество отходов, загрязняющих окружающую среду. С этой целью разрабатываются и устанавливаются сложнейшие фильтры, строятся дорогостоящие очистные сооружения и отстойники. Открываются заводы по переработке мусора.

Известно, что даже при самой совершенной очистке, включая биологическую, все растворенные минеральные вещества и до 10% органических загрязняющих веществ остаются в очищенных сточных водах. Очевидно, решение проблемы возможно при разработке и внедрении в производство совершенно новых, замкнутых технологий.

**Сельское хозяйство.** В сельскохозяйственном производстве важно строго соблюдать правила агротехники и следить за нормами внесения удобрений. Так как химические средства борьбы с вредителями и сорняками приводят к существенным нарушениям экологического равновесия, ведутся поиски путей преодоления этого кризиса в нескольких направлениях.

Животноводство как отрасль народного хозяйства создает существенную экологическую напряженность сельскохозяйственной территории. Промышленное ведение животноводства связано с уничтожением и деградацией природной растительности на больших пространствах и опустыниванием территорий, вследствие перегрузки пастбищ. Образование и накопление значительного количества отходов в виде навоза и загрязнение им и продуктами его разложения поверхностных и грунтовых вод, почвы, атмосферного воздуха.

**Производство энергии.** Очень сложные экологические проблемы связаны с получением энергии на теплоэлектроэнергетических предприятиях. Потребность в энергии – одна из основных жизненных потребностей человека. Энергия нужна не только для нормальной деятельности современного сложно

организованного человеческого общества, но и для простого физического существования каждого человеческого организма.

Гидроэлектростанции на первый взгляд являются экологически чистыми предприятиями, не наносящими вреда природе. Но теперь стало ясно, что этим строительством нанесен урон и природе, и людям.

Во-первых, строительство плотин на больших равнинных реках приводят к затоплению огромных территорий под водохранилища. Это связано с переселением большого числа людей и потерей пастбищных угодий.

Во-вторых, перегораживая реку, плотина создает непреодолимые препятствия на путях миграций проходных и полупроходных рыб, поднимающихся на нерест в верховьях рек.

В-третьих, вода в хранилищах застаивается, ее проточность замедляется, что сказывается на жизни всех живых существ, обитающих в реке и у реки.

В-четвертых, местное повышение воды влияет на грунтовые воды, что приводит к затоплению и заболачиванию берегов.

Воздействие АЭС на окружающую среду при соблюдении технологии строительства и эксплуатации может и должно быть значительно меньше, чем других технологических объектов: химических предприятий, ТЭЦ. Однако радиация в случае аварии – один из опасных факторов для экологии, человеческой жизни и здоровья.

## 11. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### Рациональное природопользование

*Рациональное природопользование* – это разумное, экономное использование природных условий и ресурсов и их наиболее полное воспроизведение в интересах природы и людей.

Когда говорят о рациональном природопользовании, то говорят об основных его направлениях: ресурсопользовании (использование, освоение, воспроизводство, ресурсосбережение, улучшение природных ресурсов) и охрана окружающей среды и природных систем.

Использование природных ресурсов бывает **интенсивным** и **экстенсивным**.

*Интенсивное природопользование* – это усиленная эксплуатация природных ресурсов, в темпе, близком их самовосстановлению на данной территории.

*Экстенсивное природопользование* – замедленное использование ресурсов, в темпе, значительно меньшем, чем темп самовосстановления на данной территории.

Рациональное природопользование направлено на решение трех основных задач:

- обеспечение ресурсами продовольственной и сырьевой баз;
- сохранение среды обитания для настоящего и будущих поколений;
- охрана уникального разнообразия природы.

Экологизация всей системы природопользования развивается на современной научной и технической базе. В этой сфере осваивается все больше сы-

рья и денежных средств, так как экологизация требует внедрения новейших, более прогрессивных технологий добычи сырья и топлива, более эффективных способов выращивания культурных растений, внедрения нетрадиционных видов сырья и энергетики, а также новых подходов в утилизации отходов.

### **Природные ресурсы**

**Природные ресурсы** - важнейшие компоненты окружающей человека среды, используемые для удовлетворения материальных и культурных потребностей общества.

Природные ресурсы делят на:

– неисчерпаемые (солнечная энергия, ветер, приливы, текущая вода, тепло земных недр);

– исчерпаемые которые подразделяются на:

а) возобновляемые (чистый воздух, пресная вода, плодородная почва, растения и животные)

б) невозобновляемые (ископаемое топливо, металлическое минеральное сырье - железо, медь и др.; неметаллическое минеральное сырье - глина, песок, фосфаты и др.).

**Полезные ископаемые.** К основным источникам энергии, используемым человеком, относятся: тепловая и атомная энергии, гидроэнергия. Тепловую энергию получают при сжигании древесины, торфа, угля, нефти и газа. Уголь, нефть и газ являются невозобновляемыми природными ресурсами, запасы их ограничены.

Газа на планете значительно больше, чем нефти. Мировые запасы газа оцениваются приблизительно в 350 трлн. м<sup>3</sup> (разведанных около 136 трлн. м<sup>3</sup>). В России природного газа больше, чем в других странах, а разведанные запасы составляют около 149 трлн. м<sup>3</sup>.

Каменного угля на Земле гораздо больше, чем нефти и газа. По оценкам специалистов, его запасов хватит на сотни лет.

Альтернативная энергетика – это методы, которые отдают энергию более экологичным способом и приносят меньше вреда окружающей среде. Такая энергия ещё называется регенеративной или «зелёной». Среди альтернативных экологически чистых источников энергии выделяют: солнечная энергия, ветро-энергетика, гидроэнергия, энергия приливов и отливов, геотермальная энергия.

В России и во многих технически развитых странах мира, использованию альтернативных источников энергии уделяется особое внимание. Это обусловлено большими территориями, на которых не всегда имеются централизованные источники энергии, а также общемировой тенденцией, связанной с борьбой за экологию планеты и экономией традиционных видов топлива. В разных регионах страны получили развитие свои виды альтернативной энергетике. Это связано с географическим положением и возможностью использования того или иного первичного источника получения энергии.

**Лесные ресурсы.** Леса относятся к возобновляемым ресурсам. После вырубки под действием естественных сил природы они восстанавливаются, однако этот процесс происходит медленно.

В связи с непрерывно растущими потребностями в древесине увеличиваются объемы вырубок леса. Огромный ущерб лесным ресурсам также наносят лесные пожары. Сокращение площади лесов приводит к усилению паводков, возникновению селевых потоков, обмелению в летний период рек, эрозии почв, изменению климата.

### **Заповедные и другие охраняемые территории**

**Охрана окружающей среды** (природоохранная деятельность) – это деятельность органов государственной власти России, органов государственной власти субъектов России, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия производственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию ее последствий.

Наиболее совершенной формой охраны живой природы является заповедный режим.

Первый в России заповедник был создан на острове Вайка в Эстонии в 1910 г. В 1912 г. по инициативе известного ботаника К. Купфера в Западной Латвии, на острове Морисцала, был учрежден резерват, имевший статус заповедника. Несколько позже в 1916 г., основаны заповедники Баргузинский – на побережье озера Байкал и Кедровая Падь – в Приморском крае. В 1987 г. в СССР было создано 156 заповедников и заповедно-охотничьих хозяйств. На земном шаре сейчас насчитывается свыше 20 тыс. заповедных объектов различных типов. Также одним из самых старых заповедников Европы является знаменитая Беловежская пуца.

Выделяется несколько видов заповедных объектов, подлежащих охране.

**Заповедники** – особо охраняемые пространства, полностью исключенные из любой хозяйственной деятельности ради сохранения в нетронутом виде природных комплексов, а также охраны редких и исчезающих видов растений и животных. Предназначены для сохранения в естественном состоянии типичных ландшафтов и экосистем. Подчинены строгому режиму охраны, который запрещает всякую деятельность человека, не связанную с задачами заповедника. Старейшими заповедниками, помимо Баргузинского, являются Астраханский (1919), Ильменский (1920) и Кавказский (1924). Крупнейшими из российских заповедников являются Большой Арктический (более 41 тыс. км<sup>2</sup>), Командорский (более 36 тыс. км<sup>2</sup>) и Остров Врангеля (более 22 тыс. км<sup>2</sup>). Самыми небольшими заповедниками в России являются Белогорье (более 21 км<sup>2</sup>) и Приокско-Тerrasный и Галичья Гора (оба менее 50 км<sup>2</sup>). Заповедник «Брянский лес» (121,86 км<sup>2</sup>) создан 14 июля 1987 года на территории Трубчевского и Суземского районов Брянской области, в междуречье Десны и Неруссы.

**Национальные парки** – обширные участки территории, включающие охраняемые природные ландшафты, выделенные для охраны природы в оздоровительных, эстетических, научных и культурно-просветительских целях. В пределах национального парка выделяют зоны заповедного режима, умеренно-

го (щадящего) хозяйственного и рекреационного использования и интенсивного хозяйственного и рекреационного использования. В настоящее время в мире организовано более 2300 национальных парков, в Европе – более 160. Основные задачи заповедников и национальных парков – сохранение природных экосистем, поддержание экологического разнообразия природной среды, сохранение природного генофонда животных и растений, сохранение живописных уголков природы и объектов культурного наследия. Сегодня в России существует больше 40 национальных парков. Это «Лосиный Остров», находится в Москве и Подмосковье, создан в 1983 году; «Водлозерский», находится на территории Карелии и Архангельской области, образован в 1991 году; «Ленские столбы», находится в Якутии, на берегу Лены, статус национального парка получил в 2018 году; «Куршская коса», парк основан в 1987 году. В Калининградской области расположена только южная часть косы, северная – в Литве;

**Резерваты природы** – природные охраняемые территории с заповедным или заказным режимом. Резерваты обычно невелики по площади и создаются с целью охраны зонально или азонально встречающихся редких растительных группировок и биотопов животных. Особенно много резерватов создано в островных экосистемах, где флора и фауна особо легко уязвимы. В Новой Зеландии, например, создано около 1300 природных резерватов, в которых охраняются не только отдельные виды птиц, растений, но и водопады, пещеры и т.п.

**Памятники природы** - природные достопримечательности, имеющие научное или культурно-эстетическое значение, а также объекты природы, связанные с какими-либо историческими событиями или лицами. Обычно это охраняемые территории небольшого размера – памятные, исторически ценные или вековые деревья, водопады, пещеры, геологические обнажения, ледниковые валуны, отдельные водоемы, места исторических событий, старинные аллеи и парки и т.п. «Ленские столбы» это каскад из вертикальных, вытянутых скал находятся в Якутии на берегу реки Лена; «Оймяконская долина» (село Оймякон – это самый холодный населенный пункт в мире); «Долина гейзеров на Камчатке».

**Заказники природы** – участки природной территории, где временно или постоянно запрещены отдельные формы хозяйственной деятельности человека. Представляют интерес в научном, познавательно-воспитательном и культурном отношении. Организация заказников – это целевая форма охраны природных компонентов природных экосистем, один или многие виды живых существ, ценные объекты живой природы или живописные типы ландшафта. Обычно заказники организуются для увеличения численности диких животных в природных условиях и для восстановления ресурсов ценных растений – лекарственных, эфиромасличных, декоративных и др. В заказниках устанавливается частичный режим охраны и допускается деятельность человека, не наносящая ущерба объектам охраны. Заказники могут быть различного назначения: комплексные, ботанические, зоологические, гидрологические, геологические, озерные, ландшафтные, охотничьи, мемориальные и другие. Самыми крупными федеральными заказниками России являются: "Земля Франца-Иосифа" (42000 км<sup>2</sup>), "Буркальский заказник" (19570 км<sup>2</sup>) и "Пуринский заказник" (7875 км<sup>2</sup>). Са-

мыми маленькими федеральными заказниками России являются "Каменная степь" (52,32 км<sup>2</sup> - Воронежская область), "Самурский заказник" (112 км<sup>2</sup>) и Кабанский заказник (121 км<sup>2</sup>). Заказник «Клетнянский»(39,1 га) как заказник федерального уровня существует с 1982 года.

**Ландшафтные парки** – искусственно созданные или окультуренные охраняемые антропогенные ландшафты, отличающиеся природными достопримечательностями и высокой эстетичностью. Территория ландшафтного парка обычно имеет благоприятные климатические условия, ценные для оздоровления, отдыха, туризма, и чаще всего используется в рекреационных целях. Парк 1000-летия Казани, г. Казань; «Екатерининский парк», г. Санкт-Петербург; "Лопатинский сад", г. Смоленск.

**Биосферные заповедники** – это охраняемые, наиболее характерные эталонные участки биосферы, созданные в различных географических зонах Земли. В России 46 биосферных заповедников, признанных ЮНЕСКО в 2020 году. Окский, Байкальский, Баргузинский и т.д.

Считается, что территория биосферного заповедника практически не испытывает локальных воздействий преобразованных человеком окружающих ландшафтов. Главное предназначение биосферных заповедников – сохранение в естественном виде природных экосистем и их генофонда, а также постоянный и всесторонний контроль за состоянием и ходом различных изменений, протекающих в биосфере (экологический мониторинг).

Основные задачи биосферных заповедников заключаются в сохранении разнообразия и целостности сообществ растений и животных в пределах природных экосистем, генетического разнообразия генофонда, проведении долгосрочных научных исследований в естественных условиях.

Любой биосферный заповедник должен отвечать следующим основным требованиям:

- быть типичным эталоном данной природной зоны;
- обязательно иметь на своей территории редкие виды растений и животных или уникальные комплексы;
- представлять пример гармонического развития природы при исторически сложившемся традиционном хозяйственном использовании данной территории;
- иметь эффективную охрану территории и прочную базу для проведения долгосрочных научных исследований;
- представлять эталон (нулевую точку, точку отсчета) для оценки изменений, протекающих в биосфере.

## **12. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИВОТНОГО МИРА**

### **Роль животных в биосфере и жизни человека**

Хотя биомасса животных на нашей планете невелика, (около 2% всего живого), значение их для биосферы огромно. Это определяется высоким уровнем энергетических процессов у животных, их большой подвижностью и исключительным разнообразием (более 2 млн. видов, в то время как растений

около 500 тыс. видов). Разнообразие животных чрезвычайно важно, прежде всего, для основного процесса – биотического круговорота веществ и энергии.

Самая разнообразная и многочисленная группа животных – насекомые – имеет и наибольшее значение в биогеоценозах. Без них на земле господствовали бы хвойные и другие голосеменные растения, папоротники и мхи, так как большинство цветковых видов опыляется насекомыми. Ими питаются многие рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы и звери. Большую роль насекомые играют в формировании почв, разложении отмерших животных и растительных остатков.

Лиственные леса, например, ежегодно теряющие свой зеленый убор, без деятельности насекомых могут задохнуться в собственном опаде, так как чем толще и плотнее слой лесной подстилки, тем меньше воздуха проникает в почву.

Большое и разнообразное значение имеют в экосистемах и другие беспозвоночные. Общеизвестна роль дождевых червей в улучшении аэрации почвы, распределении гумуса в ней, создании ее структуры. Повышению – плодородия почвы способствуют также земляные клещи, нематоды, мокрицы, многоножки и многие другие виды. Моллюски служат источником корма для других животных, фильтраторами воды, обеспечивающими ее очищение.

Среди позвоночных неоспорима значимость рыб в водных экосистемах как самых массовых и подвижных организмов на различных трофических уровнях. С каждым годом проявляется все большая роль земноводных и пресмыкающихся в биогеоценозах лесов, лугов, пустынь и тропических ландшафтов.

Птицы истребляют вредных насекомых, а также способствуют распространению семян, в частности древесных пород. Велика их роль в круговороте биогенных веществ. Например, морские птицы переносят огромные количества фосфора на сушу (залежи гуано). Важное значение в повышении плодородия почвы имеют землерои.

Животные активно формируют целые ландшафты, например бобры, устраивая запруды на водоемах. Термиты создают особый рельеф в Экваториальной Африке; сурки неузнаваемо преображают облик горных степей; копытные в саваннах поддерживают устойчивые и очень продуктивные растительные ассоциации. Животными сформированы известняки и коралловые рифы.

Все биологические виды, возникшие в процессе эволюции, полезны для биосферы. Каждый вид занимает только ему присущую экологическую нишу, повышая продуктивность и устойчивость биогеоценоза, создавая своим существованием предпосылки для появления новых экологических ниш. Этот процесс гарантирует бесконечность эволюции в пространстве и во времени.

Роль животных в жизни человека определяется, прежде всего, значением их в биосфере. Само по себе разнообразие видов животных полезно для человека. Они служат источниками питания, технического и лекарственного сырья, хранителями генетического фонда для улучшения пород домашних животных. Некоторые дикие виды одомашнивают, например лося.

Много сил, средств и времени затрачивают на борьбу с животными, причиняющими ущерб. Вредные в сельскохозяйственном и медико-санитарном отношении виды животных (мыши, крысы, мухи, тараканы и др.) распространи-

лись и имеют высокую численность в связи с тем, что рядом с человеком находят благоприятные экологические условия.

Чем больше мы познаем закономерности жизни биогеоценозов, особенности экологии отдельных видов, тем больше оказывается полезных животных.

Еще недавно пернатых хищников относили к вредным и истребляли, однако сейчас они взяты под охрану, поскольку выяснена их огромная роль в уничтожении многих вредных или в оздоровлении популяций полезных животных. Доказано положительное значение рыбацких птиц, хищных рыб, в том числе щуки, многих наземных хищников. Даже волк не подлежит полному истреблению, необходим лишь контроль за их численностью.

### **Взаимоотношения между человеком и животными.**

Человек, овладев огнем и оружием, еще в палеолите, т.е. более 250 тыс. лет назад, стал оказывать заметное влияние на животный мир.

Крупные животные, обычно немногочисленные, как и обитатели островов, стали первыми его жертвами. В различных районах Земли это произошло в разное время. Однако из-за отсутствия точных сведений нельзя составить достаточно полного представления о степени воздействия человека на животных не только в ту далекую эпоху, но и гораздо позднее. До 1600 г. не было научных описаний, подтвержденных документально. Поэтому данный год выбран как дата, начиная с которой можно проследить судьбу определенного вида животного. Начиная с этой даты, по данным литературных источников, на Земле вымерло 94 вида (1,9%) птиц и 63 вида (1,48%) млекопитающих. Еще больше исчезло подвидов птиц и зверей. Из этого количества, по данным Д. Фишера, гибель более 75% видов млекопитающих и 86% птиц связана с деятельностью человека. Сегодня опасность исчезновения грозит более чем тысяче видов позвоночных животных и многим видам моллюсков, насекомых и других беспозвоночных.

Полное или почти полное истребление животных в результате неумеренной и нерегламентированной добычи было довольно широко распространено в прошлом. Первой документально засвидетельствованной жертвой преследования человеком был гигантский голубь – *дронт*. Это крупная нелетающая птица вдвое больше гуся, с мощными лапами, короткими крыльями небольшим хвостом, крючковатым клювом и пепельно-серым оперением. Дронты жили на острове Маврикий в Индийском океане. В 1598 г. на остров высадились голландцы. Они убивали дронтов ради мяса и собирали их яйца. Последняя птица погибла через 82 года после высадки первых поселенцев – в 1681 г.

*Тур* – один из предков крупного рогатого скота – исчез к началу XVII в., он был повсеместно объектом охоты. В раннеисторический период этот вид заселял всю Европу, Малую Азию и Северную Африку. В доисторическое время туры жили также в Сибири и Казахстане. В XII – XIV вв. эти животные исчезли на большей части Европы, дожив лишь в Польше до конца XVI в.

Среди безвозвратно утерянных крупных животных большой интерес представляла морская корова (стеллерова корова). Она достигала 7-9 м в длину, имела массу до 4 т. Заселяла прибрежные мелководья Командорских островов в север-

ной части Тихого океана. Стада морских коров кормились у самого берега водорослями (морской капустой), поэтому жители Камчатки называли их «капустниками». Доверчивые, медлительные животные становились легкой добычей и очень быстро погибали. Моряки, посещавшие Командорские острова на пути от Камчатки до Аляски, и охотники на каланов заготавливали мясо морских коров как легкодоступный и дешевый источник продовольствия. В результате последняя морская корова была убита в 1768 г. Так был утрачен, вероятно, наиболее перспективный для одомашнивания вид среди всех морских млекопитающих.

Наиболее потрясает история истребления странствующего голубя. Эта красивая, грациозная птица была самой многочисленной на востоке Северной Америки. В одной стае, по подсчетам А. Уилсона в 1810 г., оказалось более 2 млрд. птиц. Европейские переселенцы начали массовое истребление этих птиц еще в начале XVII в. Их отстреливали, ловили сетями, сбивали на землю шестью, рубили деревья с гнездами – убивали сотни тысяч и миллионы птиц. На всех рынках за бесценок продавали огромное количество голубей. Но вскоре наступил конец – странствующие голуби стали редкостью, во что долго не могли поверить. Последняя птица на свободе была убита в 1899 г., а последняя старая голубка умерла в зоопарке г. Цинциннати в 1914 г.

Подобное произошло и с некоторыми другими видами птиц. Так, у восточного побережья Северной Америки в середине XIX в. были полностью истреблены бескрылая гагарка и лабрадорская гага, а на юго-востоке США та же судьба постигла каролинского попугая: к началу XX в. они повсюду были уничтожены, в неволе последняя птица погибла в 1914 г.

Еще больше животных исчезло из многих мест обитания, они стали редкими, их ареалы резко сократились. Число видов таких редких животных исчисляется сотнями, они имеются в очень многих группах животного мира, например в Европе. К ним относятся моллюск пресноводная жемчужница, многие бабочки, осетровые рыбы, такие хищные птицы, как орел и сокол; млекопитающие зубр и медведь. В Северной Америке на грани исчезновения были бизоны, редкостью стали степной тетерев, белый американский журавль, калифорнийский кондор; в Южной Америке – викунья, шиншилла, крупные кошки и многие другие. В Азии угрожающе сократилась численность носорога, льва, гепарда, тигра, лошади Пржевальского и кулана. Многие виды диких копытных в Африке остались практически только на заповедных территориях. В ничтожном количестве сохранились лемуры на Мадагаскаре. В исключительно трудном положении оказались аборигенные животные Новой Зеландии и океанических островов.

Изменение мест обитания животных – наиболее часто встречающееся явление, принявшее огромные размеры. Вырубка лесов, распашка степей, осушение болот, сооружение водохранилищ и каналов, постройка дорог и т.д. коренным образом изменили облик целых континентов. Естественно, что для ряда животных эти перемены оказались неблагоприятными, и либо виды вымерли, либо резко сократилась их численность, нередко они сохранились лишь на заповедных территориях.

Охране подлежат все животные, если понимать эту проблему широко, включая и управление численностью. Потери любого биологического вида – крайне нежелательное явление для биосферы и в целом. Каждый вид обладает только ему присущими свойствами, и трудно предсказать, какие свойства любого вида и для каких целей окажутся полезными для человечества в будущем.

### **Охрана охотничьих животных**

Охота во все времена подразумевала постоянное получение продукции, а не истребление дичи.

Целью охоты всегда было благоразумное использование охотничьих богатств. Однако часто не хватало знаний для правильной эксплуатации их или социально-экономические условия приводили к нежелательным последствиям (например, хищническое истребление животных в погоне за наживой), и численность охотничьих видов падала. Эксплуатацию охотничьих животных следует проводить по принципу расширенного воспроизводства. Достижения экологии доказывают, что рациональное использование охотничьих ресурсов не только не противоречит охране животного мира, но и способствует ей.

Каждая популяция животных имеет так называемый экологический резерв, т.е. возможен рост ее продуктивности в результате увеличения численности потомства и повышения его выживаемости. У различных экологических групп это осуществляется разными путями: изменением соотношения полов, времени наступления первого размножения, количества молоди в помете, числа пометов в год и т.д.

Биологически обоснованное изъятие особи из популяции способствует мобилизации ее экологического резерва и, как правило, оздоравливает популяцию. Следовательно, промысел, охота способствуют увеличению плодовитости, выживанию молодняка, т.е. представляют собой активную форму охраны животных.

Для всех массовых наиболее полно изученных видов установлено, что рост численности их популяций, достигнув определенной величины, быстро прекращается, так как вступают в действие экологофизиологические механизмы, направленные на предотвращение перенаселения. Изъятие же части животных путем охоты (промысла) способствует повышению воспроизводительных возможностей популяции.

Объектом охотничьего хозяйства служит популяция данного вида животных в конкретных условиях. Управлять путем промысла, охоты количественным и качественным составом популяции необходимо. Ученые показали, что снижение биологически допустимой промысловой нагрузки (недопромысление) отрицательно сказывается на популяции и приводит к заметному падению ее продуктивности.

Ведение охотничьего хозяйства включает не только добычу животных, но и ряд мероприятий, получивших название биотехнических: разведение дичи, посадку кормовых и защитных растений, подкормку, помощь животным в трудные периоды жизни и при стихийных бедствиях, реакклиматизацию (расселение животных в тех районах, где они раньше жили, но были истреблены),

применение профилактических мер борьбы с болезнями и паразитами, борьбу с браконьерством и т.д.).

Важнейшая мера охраны охотничьих животных – строгое соблюдение законов об охоте, предусматривающие ее сроки и способы проведения.

В настоящее время определены виды зверей и птиц, охота на которых полностью запрещена, а также виды животных, которых можно добывать только по особым разрешениям (лицензиям), выдаваемым охотничьими организациями. Закон запрещает охоту на животных в заповедниках, заказниках и зеленых зонах вокруг городов. Не разрешается применять способы массовой добычи животных, охоту с автомашин, самолетов, моторных лодок, запрещена охота на линяющих птиц, разорение нор, гнезд, логовищ, сбор яиц. Закон устанавливает нормы отстрела или отлова каждого вида животных. Нарушение законов и правил охоты считается браконьерством; лица, их нарушившие, несут административную и уголовную ответственность.

### **Охрана и добыча пресноводных рыб.**

В ряде пресных водоемов промысел уменьшился в результате загрязнения воды, обмеления рек и возведения гидротехнических сооружений. В связи с тем, что промысловый лов ведут сетями, законодательно определяют размер ячеек сетей. Это важная мера охраны рыб.

Для защиты пресноводных рыб важны также охрана нерестилищ, зимовальных ям, спасение молоди из пересыхающих водоемов, борьба с зимними заморами рыб, организация прохода на нерестилища при перегораживании миграционных путей плотинами и, конечно, борьба с загрязнением воды.

Для охраны ряда проходных рыб очень большое значение имеют рыбо-разводные заводы, которые обычно строят в устьях крупных рек или у плотин. Они вылавливают производителей, проводят искусственное осеменение. Личинки рыб, полученных из икры, выдерживают в выростных прудах, а затем подросшую молодь выпускают в реки или водохранилища. В России в таких хозяйствах ежегодно выращивают миллиарды молоди, что имеет большое значение в воспроизводстве и восстановлении ценных видов рыб: осетровых, лососевых, некоторых сиговых и других проходных и некоторых полупроходных рыб, например судака.

Правила рыболовства запрещают добычу рыбы с помощью взрывчатки, огнестрельного оружия, отравляющих веществ, остроги и другими недопустимыми способами, а также лов рыбы у плотин и шлюзов. Правилами определены сроки лова, для промыслового лова – размер ячеек в сетях, районы лова и т.д.

### **Охрана и использование промысловых и непромысловых животных.**

В разных странах осуществляют различными путями в зависимости от группы животных.

Добыча морских промысловых беспозвоночных исчисляется многими миллионами тонн в год. Примерно 60% из них составляют моллюски (устрицы, мидии, гребешки, кальмары, осьминоги), около 35% - ракообразные (крабы, омары, лангусты, креветки) и 5% - губки, кораллы, многощетинковые черви и др.

Существенной формой охраны природных запасов является создание морских ферм по искусственному разведению устриц (Франция и др.) и по искусственному выращиванию жемчуга (Япония, Индонезия и др.).

Недостаточно разработаны меры охраны пресноводных беспозвоночных – речных раков и пресноводных жемчужниц, используемых для получения перламутра. Почти прекратился промысел пресноводного жемчуга – бисера. Решающую роль в этом сыграли перепромысел и загрязнение водоемов.

Необходимо усиление охраны насекомых-опылителей, и в первую очередь пчел и шмелей. Ряд видов этих насекомых, особенно эндемичных для некоторых районов, находится в угрожающем положении. Важнейшая мера охраны – полное прекращение применения пестицидов в период цветения медоносных растений.

Специальной охране подлежит большинство других насекомых, особенно хищных, и в первую очередь рыжих лесных муравьев.

Охрана муравейников от разрушения, запрещение сбора их куколок («муравьиных яиц»), опыты по разведению и переселению муравьев – лишь первые шаги на пути к их надежной защите.

Во многих странах Европы, в Японии, США вынуждены были ввести специальные законы, запрещающие лов красивых бабочек, жуков-скакунов, жужелиц, богомолов и других насекомых.

В России редкостью стали такие бабочки, как махаоны, павлиний глаз, адмирал, крупные крапивницы, бражник «мертвая голова», и многие другие. Одна из причин их исчезновения – сбор для коллекций, которые зачастую вскоре ломают и выбрасывают. Необходима широкая разъяснительная работа о необходимости охраны насекомых.

Особое положение сложилось с ядовитыми змеями. Истребление их человеком происходит постоянно. Существенно повлиял на их численность специальный вылов, возникший в начале XX в в связи с изготовлением противозмеиных сывороток.

Массовый вылов ядовитых змей начался, когда были выяснены лечебные свойства их яда и широкое применение получили лечебные препараты из него. Были организованы промышленные серпентарии – питомники, в которых содержат змей для многократного получения яда от них. Серпентарии берут из природы десятки тысяч змей, поэтому запасы ряда видов уже подорваны. В связи с этим в большинстве стран Европы вылов змей полностью запрещен и разрешен лишь по лицензиям, выдаваемым органами охраны природы. Перед змеепитомниками поставлена задача воспроизводства ядовитых змей в неволе.

Среди земноводных сильное воздействие перелова испытывают лягушки. В ряде стран мира их употребляют в пищу, и они составляют предмет внутренней и международной торговли. Кроме того, их используют в лабораторных целях. Высокая стоимость лягушек (примерно на 20% дороже, чем лучшие сорта рыбы) при медленном воспроизводстве и отсутствии норм эксплуатации привели к их перелову во многих районах.

Учитывая исключительно большое значение лягушек и других земноводных для биологического контроля численности вредителей лесов, садов, огоро-

дов, бахчей и других сельскохозяйственных угодий, необходимо принять все меры для их охраны.

В ряде стран в период миграции лягушек к водоемам на икрометание, на дорогах вывешивают специальные знаки, некоторые дороги перекрывают на ночь.

Необходима всемерная охрана и привлечение насекомоядных птиц, играющих очень большую роль в подавлении численности вредителей лесного и сельского хозяйства. Развешивание искусственных гнезд, устройство дуплогнезд в садах и лесных полосах, введение в посадки наиболее удобных для сооружения гнезд деревьев и кустарников и зимняя подкормка птиц не потеряли своего значения.

### **Животные, находящиеся под угрозой исчезновения**

Количество таких видов велико. К ним относят не только промысловые виды зверей и птиц, но и виды многих других млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных, рыб и беспозвоночных.

Для сохранения редких видов животных была создана Комиссия по редким животным. Основной задачей Комиссии стало создание мирового аннотированного списка животных (позднее и растений), которым грозит исчезновение. Эта фундаментальная работа получила название Красная книга, поскольку красный цвет – сигнал опасности. Подготовка первого издания потребовала 14 лет напряженной работы крупнейших специалистов многих стран мира. За первым изданием в 1963 г. последовали – другие, все более совершенные; в 1978–1980 гг. вышло четвертое издание, а в 1982 г. начали выходить первые тома пятого издания. В 2001 году вышло в свет первое издание Красной книги России. В результате кропотливой и долгой работы в книгу были добавлены многие новые виды животных, нуждающиеся в охране, некоторые вымершие животные, а так же исключены восстановившиеся виды. На сегодняшний день актуальным является второе издание книги, утвержденное в апреле 2020 года.

Начиная со второго издания было установлено пять категорий редких видов, включенных в Красную книгу.

1. Исчезающие виды – находящиеся под серьезной угрозой исчезновения, спасение которых уже невозможно без осуществления специальных мер охраны. Сведения о таких видах печатают на красных листах бумаги, чтобы подчеркнуть их бедственное положение.

2. Сокращающиеся виды – еще встречающиеся в количествах достаточных для выживания, но численность которых продолжает быстро и неуклонно падать. Данные о них напечатаны на желтой бумаге.

3. Редкие виды – не находящиеся под прямой угрозой вымирания, но встречающиеся в небольшом количестве или на таких ограниченных территориях, что могут вскоре исчезнуть. Информацию о них печатают на белой бумаге.

4. Неопределенные виды – малоизвестные, возможно, находящиеся под угрозой, но недостаток сведений о которых не позволяет достоверно оценить состояние их популяций. Эти виды лишь перечисляют в конце книги.

5. Восстановленные виды – ранее входившие в одну из трех первых категорий, но численность которых благодаря охране восстановлена. Сведения о

них печатают на зеленых листах. Таким образом, Красная книга стала не только сигналом опасности и программой работ по спасению редких животных и растений, но и первым итогом этих работ.

б. Черные страницы Красной книги России представляют собой перечень видов живых существ и растений, которые полностью вымерли или истреблены. Таковыми считаются виды существование которых не подтверждено за последние 50 лет.

Работа над Красной книгой продолжается. Последнего варианта ее быть не может, так как условия обитания животных постоянно изменяются. Вместе с тем предпринимаемые усилия приносят хорошие плоды, о чем свидетельствует появление категории восстановленных форм.

Занесение в Красную книгу того или иного вида животных (и растений) означает признание наиболее авторитетной международной научной организацией того факта, что этот вид действительно нуждается в повседневной заботе. Каждая страна, на территории которой обитает вид, занесенный в Красную книгу, несет ответственность перед всем человечеством.

### **13. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА**

#### **Охрана лесных ресурсов**

Более 60% биологически активного кислорода на земном шаре дают леса. Три гектара леса поставляют в атмосферу 400 кг кислорода. Это годовая норма для дыхания человека. Лес – глобальный стабилизатор окружающей среды, каркас, на котором основываются все природоохранные мероприятия.

Велико значение леса в охране водных ресурсов и почвы. Таяние снега в лесу происходит медленнее, чем на открытом месте, вследствие чего увеличивается продолжительность и уменьшается интенсивность паводка, регулируется поступление воды в русло и предотвращаются наводнения, обеспечивается полноводность рек.

Особая роль принадлежит лесным насаждениям для уменьшения поверхностного стока и перевода его во внутригрунтовой, а значит, и в снижении эрозионных процессов.

Стратегия сохранения и устойчивого использования лесных ресурсов исходит из того, что леса и лесные угодья выполняют многоцелевые эколого-экономические функции. Они не только являются источником древесины и не древесной продукции, но и выполняют важную роль в климатообразовании: очистке вод и регулировании их стоков, защите почв от водной и ветровой эрозии, в санитарно-гигиенических и оздоровительных процессах и особенно в регенерации кислорода (около 77 млн. т), поглощении углекислоты (93-94 млн. т), выделении фитонцидов.

Усиливающееся в последние годы негативное влияние абиотических и биотических факторов на лесные экосистемы привело к ухудшению санитарного состояния лесов, снижению их биологической устойчивости, возникновению очагов вредителей и грибковых заболеваний.

В целом стратегия сохранения, устойчивого использования лесных ресурсов и лесных угодий должна базироваться на принципах щадящего и относительно равномерного лесопользования с соблюдением эколого-природоохранных функций.

Для сохранения и устойчивого использования лесных ресурсов и лесных угодий необходимо решение следующих задач:

- повышение продуктивности лесов и их устойчивости к вредителям и болезням;
- увеличение лесистости малолесных районов;
- сохранение и приумножение особо ценных лесных компонентов, биологического и генетического разнообразия;
- минимизация отрицательных экологических последствий на загрязненных радионуклидами лесных землях;
- введение экологической сертификации;
- развитие системы лесного мониторинга.

Леса издавна являются основным местом произрастания грибов, ягод, лекарственного и технического сырья, источником высококачественного березового сока и т.д. Большое социальное и экономическое значение имеет лесное пчеловодство.

### **Охрана, использование и улучшение сенокосов и пастбищ**

На природных сенокосах и пастбищах заготавливают в среднем 30% всех кормов.

Многие хозяйства бережно относятся к природным кормовым ресурсам: пастьбу скота проводят в строгом соответствии с ёмкостью пастбищ. Для разгрузки природных кормовых угодий в зонах развитого орошения создают долготлетние культурные пастбища на поливных землях, где продуктивность доводят до 8-10 тыс. корм. ед. с 1 га.

Природные сенокосы и пастбища, занимая такие огромные площади, неоднородны. Они различаются по условиям местообитания, видовому составу травостоя и обилию трав в них, поедаемости различными видами и группами животных, урожайности, объёму производимой с единицы площади животноводческой продукции, сезонности, длительности использования и т.д.

Важный резерв пастбищ составляют покрытые лесом участки (редколесье). Здесь скот пасется по изреженным лесам из лиственных древесных пород (березы, осины) старшего возраста. В хвойных же или хвойно-лиственных лесах, особенно с участием ели, травы под пологом мало, поэтому они не представляют пастбищной ценности.

Лесные пастбища лучше использует крупный рогатый скот старше года. Для пастьбы в лесу целесообразно формировать более или менее однородные группы скота (по возрасту, полу, продуктивности). Более отдаленные участки таких пастбищ надо использовать для организации лагерей для молодняка старше года, сухостойных, не стельных коров, нетелей. Лучшие и ближние участки отводят под выпас дойных коров.

Учитывая, что один из недостатков лесных пастбищ – отсутствие водопоев, во многих случаях следует решать вопрос о водоснабжении, чтобы до минимума сократить прогоны скота, приводящие в сбой растительности.

К приемам экологической защиты природных сенокосов и пастбищ относят:

- улучшение условий питания растений, главным образом, внесением удобрений;

- улучшение условий увлажнения: снегозадержание с помощью не скошенных полос или оставлением высокой стерни, а также осушение, орошение, затопление;

- улучшение водно-воздушного режима сильно задернованных лугов омоложением травостоя;

- увеличение густоты стояния растений, подсев трав в дернину после легкой разработки ее дисковыми орудиями;

- улучшение состояния угодий – уничтожение кочек, кустарников, уборка валунов и др.

На пастбищах и сенокосах произрастает ряд вредных, не поедаемых и ядовитых растений: бодяк, чертополох, татарник, тысячелистник, коровяк, молочай, горчак и др. Для борьбы с ними рекомендуется использовать следующие методы: подкашивание в фазе стеблени и скашивание до созревания семян; перевод на несколько лет засоренных сенокосов в пастбище с одновременным подкашиванием несъедобных остатков; ручная выкопка и подрезка лютика.

В целях борьбы с сорняками, засоряющими шерсть овец, в частности для уничтожения крымского репея (люцерны малой), лучший метод – стравливание до начала плодоношения. Нельзя допускать отдыха овец на участках, где плоды репея созрели. Наиболее эффективный прием – глубокая вспашка с последующим посевом многолетних трав.

Улучшение и рациональное использование пастбищ и лугов помимо обеспечения животноводства кормами решают и вторую, не менее важную задачу – надежную защиту почвы от водной и ветровой эрозии. Лучшие многолетние травы для залужения склонов – пырей промежуточный, кострец безостый, костер прямой, рейграс высокий, житняк, типчак, волоснец, донник, эспарцет и др. При залужении склонов используют травосмеси из двух бобовых и двух злаковых трав.

## **14. ЖИВОТНОВОДЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Животноводческие фермы и комплексы являются в настоящее время серьезными источниками загрязнения, особенно водных объектов и атмосферного воздуха.

По степени воздействия на окружающую среду, влияние крупных животноводческих комплексов соизмеримо с влиянием промышленных объектов. Вблизи животноводческих комплексов и ферм промышленного типа особую угрозу окружающей среде представляют скопления навоза, а также нитратное и микробное загрязнение почв, фитоценозов, поверхностных и грунтовых вод.

Повсюду в сельскохозяйственных районах реки содержат значительные количества нитратов и фосфатов, причем первые из них образуются из отходов животноводства, а последние – из промышленных удобрений.

Отходы животноводства содержат различные органические вещества: мочевина, фенолы, медицинские препараты, добавляемые в корм, и т.д. В стоках содержатся и неорганические вещества: соединения азота, фосфора, калия, цинка, марганца, меди, кобальта и др. Кроме того, там присутствуют и патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, нематоды, простейшие насекомые), вызывающие заболевания как животных, так и человека. Известно, что микробное и общее загрязнение в районе расположения животноводческих комплексов в 8-10 раз превышает естественный фон загрязнения почвенного и снежного покрова. Особую опасность представляет свиной навоз, который содержит 1,5% аммиака, различные патогенные микроорганизмы, которые могут служить источником заражения человека. Угрозу окружающей среде представляют также стоки силосных ям. Поэтому при выборе места для размещения животноводческих комплексов должны быть обоснованы возможности утилизации навоза и производственных стоков с учетом природоохранных требований. В России около 20% пастбищных территории деградированы в различной степени (в засушливых регионах степень деградации выше в 2-3 раза). Деградация пастбищ является следствием несоответствия плотности скота и способности пастбищ к самовосстановлению. Экологическими следствиями деградации пастбищ являются эрозия почвы, изреживание растительного покрова, выделение углерода из отходов органических веществ, снижение биологического разнообразия и нарушения кругооборота воды. При пастбищном животноводстве происходит выборочное поедание отдельных растений, что изменяет видовой состав растительного сообщества и без коррекции может сделать данное пастбище непригодным для дальнейшего использования. Кроме того, что поедается зеленая часть растения, происходит уплотнение почвы, что меняет условия существования почвенных организмов. При особо длительном или чрезмерном (в расчете на животное) выпасе почва уплотняется, поверхность пастбищ оголяется, что усиливает испарение и приводит в континентальных секторах умеренного пояса к засолению почв, а во влажных районах способствует заболачиванию.

Из животноводческих помещений в атмосферу поступает аммиак, сероводород, углекислый газ. Так, птицефабрика на 400 тыс. несушек получает в год такое количество помёта, что при разложении его выделяется около 700 т. газов, в том числе 450 т. метана (65%), 208 т. углекислого газа (30%) и 35 т. водорода, индола, скатола, сероводорода, аммиака и других соединений (5%). Химическому и биологическому загрязнению атмосферного воздуха в значительной мере способствуют недостаточно отработанные технологии на промышленно-животноводческих комплексах и птицефабриках. Источниками загрязнения атмосферы являются помещения для содержания скота, откормочные площадки, навозохранилища, биологические пруды, пруды накопители сточных вод, поля фильтрации. В зоне животноводческих комплексов и птицефабрик атмосферный воздух загрязнен микроорганизмами, пылью, аммиаком и другими продуктами жизнедеятельности животных, часто обладающими не-

приятными запахами (свыше 45 различных веществ). Эти запахи могут распространяться на значительном расстоянии (до 10 км), особенно от свинокомплексов. В связи с тем, что эти отходы находят небольшое применение, запах от накапливающегося навоза возрастает. Таким образом, в настоящее время удаление отходов стало главной проблемой фермеров.

Развитие животноводства на промышленной основе, создание прочной кормовой базы, расширение отгонных пастбищ, большая концентрация поголовья скота на ограниченной площади, изменение традиционных форм его содержания обуславливают необходимость использования большого количества воды из рек, озер и других водных объектов, что оказывает существенное влияние на состояние самих водоемов и окружающей среды в целом. Как известно, промышленное животноводство - один из самых крупных водопотребителей. Высокая концентрация поголовья скота на ограниченных площадях, использование гидравлических систем уборки и удаления экскрементов животных приводят к образованию огромных объемов жидкого навоза, а также связанных с эксплуатацией производственных помещений значительных количеств вредных летучих химических веществ, неприятных запахов, интенсивного шума и др. Санитарно-гигиенические условия на фермах в основном поддерживаются с помощью воды: для мытья животных, очистки помещений и их дезинфекций, подготовки кормов, мытья посуды и аппаратуры, гидросмыва навоза и т.д. Вместе с тем с возрастанием потребления воды для нужд животноводства увеличивается сброс навозосодержащих сточных вод в водоемы, в результате чего они загрязняются и утрачивают свои полезные свойства. Даже сброс небольших доз неочищенных навозосодержащих сточных вод от животноводческих ферм и комплексов вызывает массовые заморы рыбы и причиняет значительный экономический ущерб. Такой процесс носит название эвтрофикации водоема.

Стоки животноводческих комплексов загрязняют как подземные, так и поверхностные воды. Загрязнение подземных вод происходит в результате фильтрации из навозохранилищ, а также в случае внесения в почву доз навозной жижи. Это вызывает серьезную тревогу, т.к. подземные воды питают колодцы, водозаборы, сообщаются с открытыми водоемами.

Животноводство и отрасли, перерабатывающие сельскохозяйственное сырье создают самую большую проблему в сфере сельского хозяйства – проблему утилизации отходов, занимающих значительные земельные площади и являющихся мощным источником загрязнения.

Присутствие в таких отходах болезнетворных организмов может вызвать у людей вирусные и паразитарные заболевания. В почве могут распространяться возбудители всевозможных инфекционных заболеваний (возбудители сибирской язвы, газовой гангрены, столбняка, ботулизма). Из числа патогенных микроорганизмов, временно обитающих в почве, преобладают возбудители кишечных инфекций (паратифов, брюшного тифа, дизентерии, холеры, сальмонеллеза, амебиаза, бруцеллеза, лептоспироза, туляремии, чумы, коклюша). Некоторые из этих бактерий могут долго сохраняться в почве: возбудители холеры, паратифов и тифа – до 4 месяцев, туляремии – до 3 месяцев, бруцеллеза – до 6 месяцев. Возбудители туберкулеза, микозов, дифтерии остаются жизне-

способными от 3-4 недель до 16 месяцев. Обычно заражение человека происходит при контакте с павшими или больными животными, через загрязненные овощи, через сырье и продукты, полученные от больных животных (молоко, мясо, шерсть), а также через слизистую или поврежденный кожный покров при контакте с зараженной почвой.

Промышленное производство птицы, говядины и свинины сталкивается с проблемой отходов, загрязняющих воздух, воду и почву. Одним из основных источников загрязнения является навоз, который попадает в воду, почву, атмосферу. Особенно большое количество навоза накапливается при стойловом содержании скота. В случае неправильно выбранного способа утилизации такого вида отходов, навоз попадает в воду и вносит в нее значительный объем биогенных веществ.

Выпас животных на пастбищах, также приводит к заражению водной среды, поскольку их часто располагают вблизи водоемов. Кроме того, перед тем как попасть в воду часть навозной массы успевает впитаться в почву. Сбор и удаление навоза, а также других выделений на животноводческих фермах уже длительное время представляет серьезную проблему для ферм, специализирующихся на производстве мяса. Навоз собирают в загонах для скота, откуда он вновь возвращается в землю в виде удобрения, вносимого для повышения урожая. Финансовые расходы при этом имеют существенное значение, и управляющие постоянно ищут способы их уменьшить. Грамотно организованная утилизация отходов очень важна для успешного ведения конкурентоспособного хозяйства, к тому же эта сфера находится под пристальным государственным контролем. Тем не менее, хозяйств, оснащенных современными очистными сооружениями, в России единицы. Отходы животноводства образуются в огромных количествах в результате концентрации животных на центральных производственных пунктах. Главной проблемой является не количество, а их концентрация. В специализированных птицеводческих хозяйствах находятся тысячи птиц, но количество земли в этих районах часто недостаточно для применения отходов в качестве удобрений. Крупномасштабные операции с животными при существующих средствах удаления твердых отходов создают опасность для почвы. Причем точно неизвестно, сколько таких отходов можно поместить в почву без нанесения ей ущерба. Животноводческие отходы требуют больших затрат труда для их распределения по площади и размещения в земле. Эти отходы трудно высушить, они имеют сильный запах и в отдельных районах могут создавать опасность в результате выделения сероводорода. Кроме того, отходы животноводства скапливаются в районах, транспортировка из которых стоит дорого. В высушенном виде они имеют спрос среди домашних садоводов, цветоводов, но это составляет менее 1 % их общего количества.

Существуют различные технологии переработки и утилизации навоза:

- многоступенчатая очистка с разделением на жидкую (карантирование в полевых хранилищах и обеззараживание – в аэротенках) и твердую (помещается в штабеля) фракции;
- производство торфо-компостных или торфо-навозных удобрений с биотермическим обеззараживанием;

- анаэробная переработка (метаногеноз) или сброживание жидкого навоза;
- утилизация на полях орошения.

Причиной того, что жидкие животноводческие отходы стали сегодня серьезной экологической проблемой всех без исключения регионов России, загрязняя почву, грунтовые воды и воздух, является отсутствие совершенной технологии их очистки и дальнейшего использования.

Защита окружающей среды требует, чтобы колоссальные объёмы стоков, производимые сегодняшним животноводством, перерабатывались экологически целесообразными методами, использующими передовые технологии.

Охрана окружающей среды от отходов животноводства, профилактика инфекционных, инвазионных и других заболеваний людей и животных связаны с реализацией мероприятий по созданию эффективных систем сбора, удаления, хранения, обеззараживания и использования навоза и навозных стоков, усовершенствованием и эффективной работой воздухоочистных систем, правильным размещением животноводческих комплексов и сооружений обработки навоза по отношению к населенным пунктам, источникам хозяйственно-питьевого водоснабжения и другим объектам, т.е. с комплексом мероприятий гигиенического, технологического, сельскохозяйственного и архитектурно-строительного профилей. Необходимое условие сохранения природной среды – захоронение трупов животных в биотермических ямах (яма Беккари, чешская яма и др.), сжигание трупов, инфицированных сибирской язвой и иными спорообразующими возбудителями.

Животноводческие фермы и комплексы, предприятия, перерабатывающие сельскохозяйственную продукцию, должны иметь необходимые санитарно-защитные зоны и очистные сооружения, исключающие загрязнение почв, поверхностных и подземных вод, поверхности водосборов водоемов и атмосферного воздуха. Нарушение указанных требований влечет за собой ограничение, приостановление либо прекращение экологически вредной деятельности сельскохозяйственных и иных объектов по предписанию специально уполномоченных государственных органов РФ в области охраны окружающей природной среды, санитарно-эпидемиологического надзора.

### **Стадо сельскохозяйственных животных и организация пастбищного содержания**

**Стадом** называется группа домашних животных обычно одного вида, породы, пола, близкого возраста, подобранных для отдельного содержания, кормления, нагула, откорма и т.д. Синонимами термина «стадо» являются «отара» в овцеводстве, «гурт» в мясном и молочном хозяйстве. Стадо является комплексным экологическим фактором, который влияет на пастбище во многих направлениях. Главные из которых это - стравливание пастбищной растительности; вытаптывание пастбища; влияние на среду экскрементов животных.

Пастбищное содержание бывает стационарным, лагерно-пастбищным и стойлово-лагерным. При стационарном содержании стадо пасут на пастбище, расположенном на небольшом расстоянии от фермы, и животных пригоняют на ночевку в зимнее помещение. При лагерно-пастбищном содержании животные

часть времени находятся в лагерях, оборудованных на пастбищах, остальное время пасутся. При стойлово-лагерном содержании животные находятся в лагерных помещениях постоянно и их кормят свежескошенной травой.

Организация пастбищного содержания и кормления сельскохозяйственных животных и птиц предполагает проведение ряда подготовительных мероприятий. Подготовку начинают задолго до наступления пастбищного сезона. В предпастбищный период составляют план, в котором предусматривают проведение работ по оценке пастбищ, предназначенных для выпаса, их благоустройству, формированию стад животных различных видов и т.д.

Подготовка пастбищ к эксплуатации, животных – к выпасу включает в себя следующие мероприятия:

1. Пастбищную территорию очищают от мусора (валежника, проволоки и т.д.), удаляют кустарники, прошлогоднюю траву, что способствует повышению урожайности пастбищной растительности и улучшению ее кормовых качеств.

2. При лагерно-пастбищной системе животноводства оборудуют лагеря. Их обычно располагают посредине пастбищных участков, вблизи водных источников, используемых для водопоя пасущихся животных.

3. В лагерях для крупного рогатого скота устанавливают навесы, открытые или закрытые от господствующих ветров щитами, или легкие помещения закрытого типа со стойлами, кормушками, пунктам искусственного осеменения, родильным отделением, канализацией, автопоилками, механизмами для доения коров, клеткам для индивидуального и группового содержания телят.

4. Для свиней делают базы-навесы, разделенные на загоны и базы-навесы с тремя стенами, оборудованные станками для супоросных свиней, подсосных свиноматок с поросятами и хряков – производителей.

5. В лагерях для овец оборудуют легкие сараи или низкие крытые навесы с клетками для окота маток. Лагерные постройки предназначены для ночёвок и отдыха животных и защиты от неблагоприятных погодных условий (холода и жары).

6. В лагерях оборудуют водопойные пункты. Их располагают с учетом паспортизации рек, речек, озер и других водоемов, расположенных на территории пастбища (хозяйства). В паспортах отражены физико-химические свойства воды, ее санитарно-гигиеническое состояние, пригодность для поения животных.

Необходимые условия по рациональному использованию пастбищ:

1. Нагрузка на пастбище то есть соотношение количества скота к кормовому потенциалу пастбищной растительности должна соответствовать нормам.

2. В силу анатомо-физиологических особенностей кусательного и жевательного аппаратов животных выпас скота влияет на растительность пастбища. Крупный рогатый скот стравливает травостой высотой 10 – 12 см, лошади скусывают траву зубами на более низком уровне, а овцы захватывают растения подвижными губами у самой корневой системы. Козы не только выстригают траву до корней, но и нередко вырывают ее из земли. Из-за сильного повреждения растительности пастбище может утратить способность к самовосстановлению.

3. При движении по пастбищу животные оказывают на почву и растения давление, которое бывает выше давления колеса трактора. Так 50 голов овец затопчут 1 гектар земли также как и три военных танка.

4. Стадо животных нужно формировать правильно, чтобы в нем были разные виды скота. И каждый вид выпасать поочередно на одном и том же участке.

5. В разные сезоны года у одного пастбища разный кормовой потенциал. Нельзя использовать пастбища ранней весной, так как трава вытаптывается не успев созреть и это замедляет ее рост. Под копытами животных влажная почва сильно уплотняется и молодая зелень не может пробиться. Молодая трава вызывает у животных недоедание и диарею. Также ранней весной много ядовитых растений.

6. Нельзя выпасать скот поздней осенью, так как это может привести к низкой урожайности растений на пастбище в будущем году.

### **Пасека как экосистема и ее влияние на аграрный ландшафт**

**Пасека** – это участок, на котором расположены ульи с медоносными пчёлами. Она ограждена кустарниками и невысокими деревьями. С экологической точки зрения пасека представляет собой экологическую систему (пасечный биогеоценоз), в котором главным биотическим компонентом является популяция пчёл.

Структура и функции популяции пчёл своеобразны. Популяция пчёл состоит из групп специализированных особей, выполняющих строго определённые функции. Особь одной группы называется рабочей пчелой, другой – трутнем, третьей – маткой. Рабочие пчёлы меньше матки и трутня, имеют недоразвитый половой аппарат, не могут спариваться с трутнями и откладывать оплодотворённые яйца. Они выполняют самую разнообразную работу, связанную с жизнью пчелиной семьи: заняты постройкой и охраной гнёзд, сбором и заготовкой корма, воспитанием потомства.

**Пчёлы** – компонент и фактор биогеоценоза, играющий ведущую роль в опылении цветковых растений. Они выполняют экологическую функцию связи между пасекой, с одной стороны, лесами, лесными полосами, лугами, садами, полями – с другой. Межбиогеоценозная миграция пчёл связана со сбором и заготовкой ими корма. Заготовкой кормовых продуктов они занимаются в лесонасаждениях, садах, на полях, главным образом в посевах растений – медоносов.

Для охраны пчел от воздействия пестицидов необходимо вывозить пасеки на расстояние не менее 5км от обрабатываемых участков или изолировать их любыми способами сроком до 5 суток в зависимости от свойств применяемых препаратов. В этом случае следует применять наименее опасные для пчел препараты, а обработку проводить в поздние часы или в периоды минимальной активности пчел.

### **Охрана окружающей среды в процессе производства продуктов животноводства**

Зоотехникам и ветеринарным врачам необходимо:

1. Запрещать водопой животных из загрязнённых естественных водоёмов. Для этой цели необходимо использовать специально оборудованные водопой

на территории животноводческих ферм и комплексов, а так же в летних лагерях и на стоянках;

2. Не допускать загрязнения почвы и воды отходами животноводства, следить за их утилизацией и исправностью сооружений;

3. Организовать правильное хранение и использование навозно-фекального сырья и сточных вод на полях хозяйства;

4. Изыскивать и внедрять способы очистки атмосферы животноводческих комплексов установкой специальных фильтров и приточно-вытяжной вентиляции;

5. Следить за выполнением надлежащих профилактических мероприятий в санитарных защитных зонах в сфере действия животноводческих объектов и комплексов;

6. Прекращать или ограничивать пастьбу ранней весной и поздней осенью или во время дождливой, неблагоприятной погоды;

7. Создать по решению местной администрации на территории хозяйства микрозаповедники и микрозаказники (островки безопасности для диких животных и птиц) за счет земель, неудобных для земледелия и пастьбы скота;

8. Не допускать на животноводческих комплексах и птицефабриках превышения уровня шума, производимого кормораздатчиками, подвесными дорогами, доильными установками и др.

9. Снижать в животноводческих помещениях уровень ЭМП, вызывающий сильный стресс, приводящий к патологическим изменениям у животных и птиц;

10. Обеспечить восстановление пастбищ. Проводить окультуривание естественных пастбищ для повышения их продуктивности и противоэрозионной защиты;

11. Вести борьбу с переносчиками инфекционных и инвазионных болезней животных, а так же с паразитирующими насекомыми;

12. Организовать воспроизводство и охрану рыбных запасов в реках и водоемах хозяйств, диагностику и профилактику болезней животных и рыб проводить с учетом современных достижений экологии.

## Контрольные вопросы

1. Понятие среды обитания и факторов среды.
2. Разнообразие экологических факторов и влияние их на организм.
3. Экологические факторы среды: определение, классификация, что является оптимумом и пессимумом экологического фактора.
4. Охарактеризуйте свет как экологический фактор.
5. Охарактеризуйте температуру как экологический фактор. Пойкилотермные и гомойотермные животные, их характеристика.
6. Правила теплообмена у животных.
7. Значение воды в организме животных и растений. Перечислите основные экологические группы животных по отношению к воде.
8. Что такое биотические факторы? Характеристика основных межвидовых отношений.
9. Антропогенные факторы: определение, их характеристика.
10. Закономерности воздействия биологических факторов.
11. Лимитирующие факторы. Сформулируйте законы минимума и толерантности.
12. Биологические ритмы. Значение для живых организмов.
13. Водная среда: характеристика, классификация ее обитателей.
14. Наземно-воздушная среда: характеристика, приспособления ее обитателей.
15. Почва как среда жизни: характеристика, приспособления и классификация ее обитателей.
16. Живые организмы как среда жизни: характеристика, приспособления ее обитателей.
17. Общее значение газообмена.
18. Газообмен водных животных.
19. Газообмен сухопутных животных.
20. Основные типы питания и связанные с ними приспособления.
21. Способы добывания корма.
22. Специализация питания животных.
23. Обеспеченность пищей и жизнеспособность особей.
24. Адаптации животных и основные закономерности их формирования.
25. Популяция, вид: определение, основные характеристики, типы популяций, структура.
26. Возрастная и половая структура популяций. Полиморфизм популяций.
27. Экосистемы: определение, виды экосистем, ее основные компоненты и свойства.
28. Биологические связи животных и растений.
29. Биоценоз: определение, структура.
30. Простые и сложные биоценозы: их характеристика.
31. Цепи и циклы питания: определения, примеры. Экологическая пирамида.
32. Агроценозы: определение, примеры, отличия от биоценозов.
33. Состав и границы биосферы. Что такое биосфера?
34. Учение В.И. Вернадского о биосфере.
35. Живое вещество биосферы: определение, функции, свойства, признаки.
36. Круговорот веществ – большой (геологический) и малый (биологический). Определение, характеристика.
37. Большой и малый круговороты воды.

38. Биохимические циклы газообразных веществ – круговорот углерода, азота, кислорода.
39. Круговороты фосфора и серы.
40. Ноосфера.
41. Теоретическое и практическое значение экологических знаний для человека.
42. Природные ресурсы. Рациональное управление природными ресурсами.
43. Экологическая безопасность растительного мира. Лес – важнейший природный ресурс.
44. Охрана, использование и улучшение сенокосов и пастбищ.
45. Экологическая безопасность животного мира. Роль животных в биосфере и жизни человека.
46. Охрана животного мира. Охрана редких животных.
47. Красная книга. Заповедные и другие охраняемые территории.
48. Экологическая обстановка на крупных животноводческих комплексах и пути ее улучшения.
49. Влияние отрасли животноводства на окружающую среду.
50. Задачи зооинженеров и других специалистов сельского хозяйства в проблеме сохранения природной среды.

### **Список литературы**

1. Артюхов А.И. Биология с основами экологии: учебно-методическое пособие по теоретическому курсу для студентов института ветеринарной медицины и биотехнологии. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2016. 271 с.
2. Банников А.Г., Вакулин А.А., Рустамов А.К. Основы экологии и охрана окружающей среды. М.: Колос, 1996. 301 с.
3. Башина С.И., Артюхов А.И. Биология с основами экологии. Раздел Экология: методическое пособие для студентов высших учебных заведений по направлению подготовки 36.03.02 «Зоотехния». Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. 50 с.
4. Блохин А.В. Биология с основами экологии. М.: Колос, 2003. 554 с.
5. Дауда Т.А., Кощаев А.Г. Экология животных: учебное пособие. СПб.: Изд-во «Лань», 2015. 272 с.
6. Кисленко В.Н., Калинин Н.А. Общая и ветеринарная экология: учебник для вузов. М.: КолосС, 2013. 344 с.
7. Кривошеин Д.А. Основы экологической безопасности производства. СПб.: Лань, 2015. 330 с.
8. Кузнецов Л.А. Экология. М.: Юрайт, 2016. 280 с.
9. Степановских А.С. Охрана окружающей среды. Курган: Изд-во «Зауралье», 1998. 511 с.
10. Степановских А.С. Биологическая экология: теория и практика: учебник для вузов М.: Юнити-Дана, 2012. 642 с.
11. Хван Т.А. Экология. Основы рационального природопользования. М.: Юрайт, 2015. 319 с.
12. [floranimal.ru/about.php](http://floranimal.ru/about.php) - Редкие и исчезающие животные.
13. <http://eco-net.ru> - Экология России и мира.
14. <http://www.ecoprojects.ru> - Экологические проекты в России.

## Содержание

1. Особенности экологии животных как отдельной дисциплины	3
2. Методы изучения экологии животных	4
3. Экологические факторы	6
4. Среда обитания живых организмов	19
5. Газообмен	25
6. Питание	27
7. Адаптации животных. Основные закономерности их формирования	31
8. Экология популяций	36
9. Экология сообществ и экосистем	38
10. Биосфера	40
11. Природные ресурсы и охрана окружающей среды	49
12. Экологическая безопасность животного мира	53
13. Экологическая безопасность растительного мира	61
14. Животноводческие комплексы и охрана окружающей среды	63
Контрольные вопросы	71
Список литературы	72

Учебное издание

Черненко Юлия Николаевна

## ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

Учебно-методическое пособие  
по изучению дисциплины «Экология животноводства»  
для студентов очной и заочной форм обучения,  
по направлению подготовки 36.03.02 «Зоотехния»

Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 01.03.2022 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Усл. п. л. 4,30. Тираж 50 экз. Изд. № 7229.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ