

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Саратовский государственный аграрный университет имени**  
**Н. И. Вавилова»**

# **БИОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ЭКОЛОГИИ**

**краткий курс лекций**

**для студентов I курса**

**Специальность**

**36.05.01. «Ветеринария»**

**Саратов 2016**

УДК 57:574  
ББК 28:20.1  
К 60

Рецензенты:

Директор научно-исследовательского центра Поволжья «ЦИТО» доцент, к.в.н.  
*Чучин В.Н.*  
Профессор кафедры «Микробиология, вирусология и биотехнология», д.б.н.  
*Щербаков А. А.*

**Биология с основами экологии:** краткий курс лекций для студентов 1  
К 60 курса специальности 36.05.01. «Ветеринария» / Сост.: Л.В. Колпакова //  
ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». - Саратов, 2016.-93 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Биология с основами экологии» составлен в соответствии с рабочей программой и предназначен для студентов по специальности 36.05.01. «Ветеринария». Он раскрывает многообразие ныне существующих организмов, их происхождение, эволюцию, распространение, строение, функционирование и индивидуальное развитие, связи друг с другом и с окружающей их неживой природой. Курс направлен на формирование компетенций, необходимых для успешной организации профессиональной деятельности на основе знаний основных концепций и законов современной биологии.

УДК 57:574  
ББК 28:20.1

© Колпакова Л.В., 2016  
© ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2016

## Введение

Биология - наука о живой природе. Учение о живой природе является частью человеческой культуры. Изучение биологии формирует научное мышление каждого человека и помогает в познании окружающего мира.

Краткий курс лекций по дисциплине «Биология с основами экологии» предназначен для студентов по специальности 36.05.01. «Ветеринария». Он раскрывает многообразие ныне существующих организмов, их происхождение, эволюцию, распространение, строение, функционирование и индивидуальное развитие, связи друг с другом и с окружающей их неживой природой. Курс направлен на формирование компетенций, необходимых для успешной организации профессиональной деятельности на основе знаний основных концепций и законов современной биологии.

## Лекция 1

# **ЗООЛОГИЯ КАК КОМПЛЕКСНАЯ НАУКА О ЖИВОТНЫХ. ОТЛИЧИЕ ЖИВОТНЫХ ОТ ДРУГИХ ФОРМ ЖИВОГО, ИХ РОЛЬ В БИОЛОГИЧЕСКОМ КРУГОВОРОТЕ ВЕЩЕСТВ. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОДНОКЛЕТОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ.**

### **1.1. Система органического мира**

- А. Надцарство неклеточных организмов (вирусы).
- Б. Надцарство доядерных организмов (procaruota) – настоящее ядро с ядерной мембраной отсутствует.
  - Царство Дробянки (Mycota)
  - Подцарство бактерий (Bacteriobionta)
  - Подцарство цианеи (Cyanobionta)
- В. Надцарство ядерных организмов (eucaryota) – организмы с настоящим ядром, окруженным ядерной мембраной.
  - Сюда входят 3 царства:
    1. Царство животных (Animalia)
      1. Подцарство простейших (Protozoa)
      2. Подцарство многоклеточных животных (Metazoa)
    - II. Царство грибов (Mycota)
    - III. Царство растений (Plantae)

### **1.2. Зоология как комплексная наука о животных**

Зоология – это наука, изучающая животных, которые в настоящее время обитают на Земле или существовали в прошлые эпохи. Зоология исследует внешнее и внутреннее строение животных, функции отдельных органов и систем органов, поведение, размножение и индивидуальное развитие, а также происхождение, эволюцию и значение животных в природе и для человека.

### **1.3. Отличие животных от других форм живого, их роль в биологическом круговороте веществ**

Органический мир, составляющий биомассу Земли, представлен в основном двумя ветвями: растениями и животными, которые отличаются рядом особенностей. Основное отличие заключается в способе питания.

Растения питаются автотрофно. Они способны усваивать неорганические вещества и на основе сложного химического процесса – фотосинтеза – строят органические вещества.

Для животных характерен гетеротрофный способ питания – готовыми органическими веществами.

Вторым существенным различием является способность животных к передвижению, что обеспечивается наличием у них нервной и мышечной систем, отсутствующих у растительных организмов. У некоторых высших растений (мимоза, росянка и др.) наблюдается движение отдельных частей, а многие низшие одноклеточные растения могут передвигаться в пространстве.

Клетки тела животных обычно не имеют целлюлозных оболочек и не содержат вакуолей клеточного сока, весьма характерных для клеток растений. Но и эти отличия в строении клеток присущи не всем животным и растениям.

Таким образом, провести резкую границу между животными и растениями невозможно. Если высшие сложно организованные животные и растения всегда значительно отличаются друг от друга по ряду признаков, то низшие их формы (особенно одноклеточные), нередко обнаруживают многие черты сходства. Клеточное строение тела тех и других также свидетельствует об общности их происхождения. Развитие растений и животных начинается с одной клетки, клетки построены по единому плану и с одинаковой жизнедеятельностью.

Несмотря на то, что биомасса животных нашей планеты невелика и составляет около 2% всего живого, роль их в биосфере значительна. Это определяется высоким уровнем энергетических процессов у животных, их большой подвижностью и исключительным разнообразием.

Животные всех типов и классов играют существенную роль в биологическом круговороте веществ на нашей планете, в трансформации солнечной энергии в сложных биологических системах, а следовательно, в непрерывном возобновлении жизни на планете и в поддержании постоянства среды жизни человека на Земле.

В упрощенной схеме биологический круговорот веществ выглядит следующим образом:

- зеленые растения, используя солнечную энергию, создают первичную продукцию живого вещества, потребляют углекислоту и выделяют кислород. Это первое звено – продуценты, или производители.

- животные поедают растения, потребляют кислород и выделяют углекислоту. Это второе звено – консументы или потребители. Различают консументов I порядка (фитофаги), II порядка (плотоядные животные, питающиеся фитофагами), III порядка (хищники, питающиеся другими животными).

- замыкают пищевые цепи сапрофаги, в основном это бактерии, грибы, которые разлагают, минерализуют органические вещества до простых растворимых соединений, возвращая их в мир неживой природы. Это третье звено – деструкторы или редуценты. Среди сапрофагов имеется и множество почвенных животных, которые переваривают мертвые ткани растений вместе с заселяющими их микробами. Но окончательное разложение и самих животных – сапрофагов, и их экскрементов заканчивают микробы.

Таким образом, животные в результате своей трофической деятельности осуществляют миграцию химических элементов в биогенном круговороте.

#### 1.4. Система животного мира

*Царство Животные* подразделяется на большое количество *групп*, которые различаются по своей организации. При установлении этих групп используется система соподчиненных категорий: они называются систематическими или таксономическими.

Основы системы животного мира были заложены в конце XVII и в первой половине XVIII вв. в работах английского естествоиспытателя Дж. Рея и шведского ученого К. Линнея. В своем основополагающем труде «Система Природы», который вышел в 1735 г., К. Линней разработал принцип *бинарной номенклатуры* для названий видов животных и растений. Каждому виду присваивается латинское название, состоящее двух слов — первое, существительное, обозначает название рода, а второе — прилагательное — обозначает название вида. Например: *Аскарида человеческая*,

*Аскарида свиная, Аскарида конская.* Бинарная номенклатура, предложенная К. Линнеем, используется учеными и в настоящее время.

Основной систематической единицей (категорией) является вид: например, *Амеба обыкновенная, Двуустка печеночная, Лягушка травяная, Ящерица прыткая* и т.д. Близкие виды объединяются *рода*, близкие роды — в *семейства*, семейства — в *отряды*, отряды — в *классы*, а классы — в *типы*.

*Тип* — это высшая систематическая категория. Каждый тип характеризуется определенным планом строения животных, который является общим для всех групп, в него входящих.

В современной зоологии также принимается и классификация самих типов: под определенным названием, например, объединяются типы, сходные по существенным признакам: Одноклеточные и Многоклеточные. Категории, стоящие выше типа, а именно Подцарство, Надраздел, Раздел, Подраздел не являются систематическими, а введены для удобства описания.

Система животных, так же как и других организмов, призвана отражать историческое (эволюционное) развитие царства Животные и отдельных групп, входящих в его состав. Подобная система строится на основе выяснения степени родства между разными группами организмов

### **Царство Животные (Animalia, или Zoa)**

#### **Подцарство Одноклеточные, или Простейшие (Protozoa)**

Тип Саркомастигофоры (Sarcomastigophora)

Тип Апикомплексы (Apicomplexa)

Тип Миксоспоридии (Muxozoa)

Тип Микроспоридии (Microspora)

Тип Асцитоспоридии (Ascetospora)

Тип Лабиринтулы (Labyrinthomorpha)

Тип Инфузории (Ciliophora)

#### **Подцарство Многоклеточные (Metazoa)**

Надраздел Фагоцителлозои (Phagocytellozoa)

Тип Пластинчатые (Placozoa)

Надраздел Паразои (Parazoa)

Тип Губки (Porifera, или Spongia)

Надраздел Эуметазои (Eumetazoa)

Раздел Лучистые (Radiata)

Тип Кишечнополостные (Coelenterata)

Тип Гребневики (Stenophora)

Тип Мезозои (Mesozoa)

Раздел Двустороннесимметричные (Bilateria)

Тип Плоские черви (Plathelminthes)

Тип Круглые черви (Nemathelminthes)

Тип Немертины (Nemertini)

Тип Кольчатые черви (Annelida)

Тип Моллюски (Mollusca)

Тип Онихофоры (Onychophora)

Тип Членистоногие (Arthropoda)

Тип Погонофоры (Pogonophora)

Тип Щупальцевые (Tentaculata)

Тип Щетинкочелюстные (Chaetognatha)

Тип Иглокожие (Echinodermata)  
Тип Полухордовые (Hemichordata)  
Тип Хордовые (Chordata)

### 1.5. Подцарство Одноклеточные, или Простейшие

Простейшие – это организмы на клеточном уровне организации. В морфологическом отношении тело их равноценно клетке, но в физиологическом представляет целый самостоятельный организм. В большинстве случаев простейшие микроскопически малы. Немногие из них достигают размеров в 1-2 мм и более; средние же размеры простейших – 500-100 микрон. Мелкие формы – 2-3 микрона.

По сравнению с другими типами животных мира простейшие стали известны со времени изобретения микроскопа.

Строение простейших чрезвычайно разнообразно, но все они обладают чертами, характерными для организации и функции клетки. Два основных компонента тела простейших – цитоплазма и ядро. Цитоплазма простейших обычно распадается на два слоя – наружный, более светлый и плотный – эктоплазму и внутренний, снабженный многочисленными включениями – эндоплазму. В цитоплазме локализуются общеклеточные органоиды: митохондрии, эндоплазматическая сеть, рибосомы, элементы аппарата Гольджи.

Тело простейшего отграничено от внешней среды плазматической *мембраной*. Простейшие растительного происхождения снаружи от мембраны формируют клеточную стенку из полисахаридов — целлюлозы, пектина и т.д. Жгутиконосцы, инфузории и споровики имеют пелликулу — определенным образом организованный верхний слой цитоплазмы, прилегающий к мембране. Если оболочка или пелликула отсутствует, форма тела простейших непостоянна. Простейшие могут образовывать наружные скелеты в виде раковин или панцирей, а также внутренние скелеты разнообразной формы.

Цитоплазма простейшего условно подразделяется на два слоя: наружный — прозрачный плотный — эктоплазму; и внутренний — жидкий зернистый — эндоплазму. В эндоплазме сосредоточены клеточные органеллы: ядро, ЭПС, комплекс Гольджи, митохондрии, лизосомы и клеточные включения.

Органеллами движения у простейших служат ложноножки, жгутики или реснички. *Ложноножки* представляют собой временные выросты цитоплазмы. *Жгутики* и *реснички* имеют одинаковое внутреннее строение, в основе которого лежат микротрубочки, расположенные в определенном порядке и снаружи покрытые плазматической мембраной. В цитоплазме реснички и жгутики связаны с *базальным тельцем*.

К мембранным органеллам тела простейшего относятся сократительные или пульсирующие вакуоли. У разных видов их число колеблется от одной до двадцати. Основная функция сократительных вакуолей — регуляция осмотического давления. Автотрофные простейшие в цитоплазме имеют хлоропласты, число и форма которых сильно различаются в отдельных, группах. У гетеротрофных и миксотрофных представителей группы образуются пищеварительные вакуоли. Вакуоли формируются в процессе фагоцитоза с помощью ложноножек или в процессе пиноцитоза — в виде мелких мембранных пузырьков. Многие паразитические простейшие питаются осмотрофно. Непереваренные остатки пищи выводятся во внешнюю среду посредством наружной клеточной мембраны.

У простейших есть *ядро*. Как правило, в клетке имеется одно ядро, которое может быть диплоидным или гаплоидным. Есть многоядерные простейшие, например, жгутиконосцы, в теле которых содержится много ядер, но они все одинаковой ploидности. У инфузорий как минимум есть два ядра разной ploидности. Большое ядро — полиploидное, называется вегетативным и отвечает за жизнедеятельность организма. Малое ядро — диплоидное, участвует в половом процессе.

По типу питания простейшие делятся на следующие группы: автотрофы (фотосинтетики, например, вольвокс); гетеротрофы (сапрофаги, паразиты, хищники); миксотрофы (организмы, сочетающие как автотрофный, так и гетеротрофный типы питания, например, эвглена зеленая).

Газообмен у простейших осуществляется через всю поверхность тела в результате диффузии газов. У паразитов — дыхание анаэробное (гликолиз).

Выделение продуктов метаболизма — аммиака, а также солей, происходит также через наружную клеточную мембрану.

Простейшие размножаются бесполом путем. Существует два типа бесполого размножения: деление клетки на две дочерние с последующим ростом каждой; деление клетки на множество мелких клеток без дальнейшего их роста.

Многие представители одноклеточных размножаются половым процессом, который протекает двумя способами: копуляция, или слияние гамет; конъюгация, которая представляет собой обмен генетическим материалом между двумя особями (не путать с конъюгацией у водорослей).

Простейшие обладают раздражимостью — они реагируют на свет, температуру, химические вещества, механические воздействия, давление и т.д. Воздействие факторов среды организмы воспринимают при помощи рецепторов, находящихся в мембранах, или с помощью специализированных органелл, например, светочувствительных глазков. Ответом на раздражение обычно является движение, или таксис.

Простейшие инцистируются — то есть образуют вокруг тела плотную защитную оболочку. В форме *цист* они переживают неблагоприятные условия и расселяются.

Жизнь свободноживущих простейших тесно связана с водой. Они обитают в соленых и пресных водоемах, где входят в состав бентоса и планктона. Важную и большую группу образуют *почвенные простейшие*. Они находятся в воде, заполняющей почвенные капилляры. Среди простейших много *паразитов*, поражающих как беспозвоночных, так и позвоночных, в том числе и человека. Есть паразиты растений. Паразитические простейшие вызывают тяжелые заболевания, например, малярию, сонную болезнь и т.д.

## 1.6. Филогения простейших

Предполагают, что предками современных Простейших были древние Саркомастигофоры с разными способами питания и имеющие примитивные жгутики. Споровики могли упроститься в связи с переходом к паразитическому образу жизни, но одновременно с этим у них усложнился жизненный цикл, который включает стадию гамет, снабженных жгутиками. Инфузории — самые высокоорганизованные одноклеточные животные, связанные с Саркомастигофорами.

### Вопросы для самоконтроля

1. Опишите систему животного мира.
2. Назовите основные морфофизиологические признаки подцарства Простейшие.
3. Назовите типы питания простейших.
4. Какие формы размножения характерны для простейших?
5. Какие виды простейших имеют большое практическое значение для человека?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. *Догель, В.А.* Зоология беспозвоночных / В.А. Догель. – М.: Высшая школа, 2015. – 620 с.
2. *Лысов, П.К.* Биология с основами экологии / П. К. Лысов.- М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
3. *Пехов, А.П.* Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

#### *Дополнительная*

1. *Блохин, Г.И.* Зоология. / Г. И. Блохин, В. А. Александров.- М.: КолосС, 2005. – 512 с.
2. *Мамонтов, Е.Г.* Биология: учебное пособие / Е.Г. Мамонтов. – М.: Дрофа, 2004. – 480 с.
3. *Лукин, Е.И.* Зоология / Е.И Лукин.– М.: Высшая школа, 1989. – 381 с.

## Лекция 2

### ГИПОТЕЗЫ Э.ГЕККЕЛЯ И И.И. МЕЧНИКОВА О ПРОИСХОЖДЕНИИ МНОГОКЛЕТОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЭВОЛЮЦИИ ДВУСЛОЙНЫХ МНОГОКЛЕТОЧНЫХ

#### 2.1. Происхождение многоклеточных животных

В 70-х годах 19 века немецкий зоолог Э.Геккель разработал теорию «гастрей». Согласно этой теории, отдаленными предками многоклеточных были шаровидные колонии простейших, подобные стадии бластулы у современных животных – бластеи. Э.Геккель предположил, что в процессе эволюции одна половина шаровидного бластулообразного организма впятилась в другую (процесс инвагинации), и таким образом возникла первичная кишечная полость, открывающаяся наружу ротовым отверстием. Такой двуслойный организм плавал с помощью жгутиков, размножался половым путем и стал предком всех многоклеточных животных. Э.Геккель назвал его «гастреей».

Другую теорию высказал И.И.Мечников. На основании собственных эмбриологических исследований И.И.Мечников предположил, что в шаровидной колонии простейших- жгутиконосцев клетки однослойной стенки, захватывающие пищу, мигрировали для ее переваривания внутрь, в полость колонии. Эти клетки образовали рыхлое внутреннее скопление – фагоцитобласт, функцией которого стало обеспечение всего организма пищей, включая ее переваривание и распределение, тогда как поверхностный слой клеток – кинобласт – осуществлял функции защиты и движения организма. Для захвата новых пищевых частиц клеткой фагоцитобласта, по мысли И.И.Мечникова, не было необходимости возвращаться в поверхностный слой, располагаясь непосредственно под кинобластом. Клетки фагоцитобласта захватывали пищевые частицы псевдоподиями, выдвигаемыми наружу в промежутках между клетками фагоцитобласта. Эта гипотетическая стадия эволюции Metazoa была названа И.И.Мечниковым фагоцителлой (или паренхимеллой). В дальнейшем как приспособление к повышению активности питания у потомков фагоцителлы произошла эпителизация фагоцитобласта с образованием первичного кишечника и возникновением ротового отверстия в том месте, где происходила преимущественная миграция клеток внутрь.

Многоклеточные характеризуются тем, что их тело состоит из множества клеток. Клетки всегда дифференцированы как по строению, так и по функции в различных направлениях и, будучи лишь частями сложного организма, утратили свою самостоятельность. Для жизненного цикла многоклеточных животных характерно сложное индивидуальное развитие – онтогенез, в процессе которого из оплодотворенного яйца образуется взрослый организм. У простейших онтогенез осуществляется в пределах клеточной организации, проявляясь, например, в развитии ресничного аппарата, органелл захвата пищи, двигательных органелл и т. п.

#### 2.2 Основные направления эволюции двуслойных многоклеточных

Современные двуслойные многоклеточные включают тип Губки, тип Кишечнополостные и тип Гребневики.

Тип Губки (Spongia)  
Тип Кишечнополостные (Coelenterata)  
Класс Hydrozoa – гидроидные  
Класс Scyphozoa – сцифоидные  
Класс Anthozoa – коралловые полипы  
Тип Гребневики (Stenophora)

Все три типа двуслойных многоклеточных ведут свое происхождение от древних многоклеточных типа фагоцителлы Мечникова. Эволюция шла в двух направлениях.

Можно предположить, что одна группа предков перешла к сидячему образу жизни и таким путем дала начало типу Губки. Отделение губок от ствола многоклеточных произошло очень рано. Это очень древние животные, представляющие собой слепую ветвь эволюции (около 5 тысяч видов). Губки характеризуются отсутствием хорошо дифференцированных тканей, отсутствием нервной и мышечной систем, сильно выраженной способностью разных типов клеток превращаться друг в друга.

Вторая группа предков вела активный образ жизни и дала начало двум типам животных – кишечнополостным и гребневикам.

#### **Вопросы для самоконтроля**

1. Сущность гипотез Э. Геккеля и И. И. Мечникова о происхождении многоклеточных.
2. Назовите основные отличия многоклеточных животных от простейших.
3. Какие типы животных относятся к двуслойным многоклеточным?
4. Назовите основные признаки двуслойных многоклеточных?

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

##### *Основная*

1. *Догель, В.А.* Зоология беспозвоночных / В.А. Догель. – М.: Высшая школа, 2015. – 620 с.
2. *Лысов, П.К.* Биология с основами экологии / П. К. Лысов.- М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
3. *Пехов, А.П.* Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

##### *Дополнительная*

1. *Блохин, Г.И.* Зоология. / Г. И. Блохин, В. А. Александров.- М.: КолосС, 2005. – 512 с.
2. *Мамонтов, Е.Г.* Биология: учебное пособие / Е.Г. Мамонтов. – М.: Дрофа, 2004. – 480 с.
3. *Лукин, Е.И.* Зоология / Е.И Лукин.- М.: Высшая школа, 1989. – 381 с.

### Лекция 3

## ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ –PLATHELMINTHES, ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, ФИЛОГЕНИЯ. ТИП ПЕРВИЧНОПОЛОСТНЫЕ, ИЛИ КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ – NEMATHELMINTHES, ПРОГРЕССИВНЫЕ ЧЕРТЫ ОРГАНИЗАЦИИ, ФИЛОГЕНИЯ

### 3.1. Тип Плоские черви

К типу плоских червей относят десять классов, из которых шесть - исключительно паразитические. Наиболее многочисленными являются четыре класса:

- Ресничные черви (Turbellaria)
- Моногенетические сосальщики (Monogenea)
- Дигенетические сосальщики (Trematoda)
- Ленточные черви, или Цестоды (Cestoda)

Плоские черви – это новый этап в развитии животного мира. Это первые трехслойные животные, ткани и органы которых развиваются из трех зародышевых листков: эктодермы, мезодермы и энтодермы. Большинство представителей этого типа имеют двусторонне-симметричное тело, то есть через него можно провести только одну плоскость симметрии. Насчитывают около 15 тысяч видов плоских червей, из которых большинство являются наружными или внутренними паразитами животных и человека, часть червей живет в морях, пресных водоемах и почве.

Тело плоских червей в большинстве случаев вытянуто в длину и сплющено в спинно-брюшном направлении (принимает вид листа, пластинки, ленты). Приспособление к ползанию по субстрату привело к появлению спинной и брюшной сторон, переднего и заднего концов тела. Органы движения у плоских червей отсутствуют.

У свободноживущих форм тело покрыто однослойным ресничным эпителием, у паразитических форм – тегументом или погруженным эпителием, в котором хорошо развит наружный слой цитоплазмы, лишенный ядер. Кожа богата железами.

Важная особенность строения плоских червей – наличие у них кожно-мускульного мешка. Так называется совокупность эпителия и расположенной непосредственно под ним сложной системы мышечных волокон. Мышечные волокна располагаются в три слоя: кольцевые, продольные, косые. Кроме того, у плоских червей имеются пучки мышц, идущие от спинной стороны тела к брюшной – дорзо-вентральные мышцы. Мышечная система состоит из гладких мышечных клеток и движения плоских червей медленные.

Внутри кожно-мускульного мешка пространство между органами заполнено рыхлой соединительной тканью — паренхимой. Крупные межклетники в паренхиме заполнены жидкостью. Функции паренхимы:

- опорная — жидкий внутренний скелет;
- распределительная — через паренхиму происходит транспорт газов и питательных веществ;
- выделительная — осуществляется перенос продуктов метаболизма от тканей к органам выделения;
- запасная — откладывается гликоген и другие запасные вещества.

Пищеварительная система слепо замкнута. Она образована эктодермальной передней кишкой и энтодермальной средней кишкой. Непереваренные остатки пищи выбрасываются через рот. У ленточных червей пищеварительная система отсутствует, а всасывание питательных веществ происходит осмотически.

У свободноживущих представителей газообмен происходит через всю поверхность тела, а у паразитов дыхание анаэробное (гликолиз). У плоских червей возникает выделительная система. Она выполняет функции выделения продуктов обмена и осморегуляции.

В паренхиме находятся особые звездчатые клетки, которыми заканчиваются тонкие разветвленные каналы. В просвет канала от клетки отходит пучок жгутиков. Затем каналы сливаются в более крупные и открываются на поверхности тела червя выделительными порами. Такая выделительная система называется протонефридной.

Нервная система носит название ортогона. В передней части тела у червей располагаются два нервных узла, образованные скоплениями нервных клеток. Это головной мозг, который координирует функционирование нервной системы. От головного мозга отходят нервные стволы, тянущиеся вдоль тела червя, между собой стволы соединены нервными переключками. Органы чувств свободноживущих представителей типа: зрение, осязание, равновесие, химическое чувство. У паразитов органы чувств редуцированы.

Плоские черви — гермафродиты. Гермафродитным называется организм, в теле которого формируются женские и мужские половые клетки. Строение половой системы может быть представлено в виде следующей схемы: женская половая система состоит из яичников, где образуются яйцеклетки, яйцеводов, по которым они поступают в матку и желточников, вырабатывающих питательные клетки. Мужская половая система образована семенниками, в которых развиваются сперматозоиды, семяпроводами и семяизвергательным каналом, заканчивающимся совокупительным органом. Оплодотворение внутреннее, перекрестное. Развитие у ряда представителей типа протекает с метаморфозом — имеется личиночная стадия, отличающаяся от взрослого организма, а у других — без метаморфоза — из яйца выходит организм, напоминающий по внешнему виду и плану строения взрослое животное, но только меньших размеров.

К классу *Ресничные черви* относятся свободноживущие организмы, которые обитают в воде, однако есть и наземные формы. Тело покрыто ресничным эпителием, который принимает участие в движении червя. Представитель этого класса — *белая планария*.

Белая планария — обитатель мелких пресных водоемов. Тело червя листовидное, вытянутое, на переднем конце расположены два щупальца — органы осязания и два глаза. Движение планарии осуществляется за счет сокращений мышц кожно-мускульного мешка и ресничного эпителия. В эпителии находятся слизистые железы, которые способствуют скольжению планарии.

Рот расположен посередине брюшной стороны тела червя и ведет в мускулистую глотку — переднюю кишку. Глотка может выворачиваться и захватывать добычу — мелких беспозвоночных. От глотки начинается слепо замкнутая средняя кишка. Кишка имеет три ветви — одна направлена вперед к головному концу, а две другие тянутся назад вдоль краев глотки. Ветви кишечника имеют дополнительные карманообразные выпячивания, которые увеличивают поверхность кишечника. Непереваренные остатки пищи выбрасываются через рот.

Выделительная система протонефридиального типа.

Нервная система образована крупным парным головным мозгом, от которого по бокам тела отходят два продольных нервных ствола. Стволы соединяются между собой нервными перемычками. Органы чувств:

- органы осязания; « зрения;
- химического чувства;
- орган равновесия.

У планарии хорошо развита способность к регенерации: она восстанавливает утраченные части тела. Регенерационная способность червя лежит в основе бесполого размножения. Планария — гермафродит. Яйца развиваются внутри слизистого кокона. Кокон животное прикрепляет к подводным предметам. Развитие прямое, из яйца через разрывы кокона выходят маленькие планарии.

В классе *Дигенетические сосальщики* все представители класса — паразиты, обитающие в телах беспозвоночных и позвоночных животных.

Эпителий сосальщиков не несет ресничек. На брюшной стороне тела имеются две присоски — ротовая, на дне которой открывается рот, и брюшная. Присоски служат для прикрепления к организму хозяина.

*Печеночный сосальщик* (*Fasciola hepatica*) — паразитирует в желчных протоках печени крупного и мелкого рогатого скота. В отдельных случаях может паразитировать у человека. Позвоночные животные служат окончательным хозяином печеночного сосальщика.

Кроме печеночного сосальщика у человека паразитируют *кошачья двуустка* (*Opisthorchis felinus*) и *кровавая двуустка* (*Schistosoma haematobium*).

Все представители класса *Ленточные черви* — паразиты. Окончательными хозяевами червей являются позвоночные животные, у которых они паразитируют в кишечнике, а промежуточными — позвоночные и беспозвоночные животные. Тело червей образовано головкой, шейкой и члениками, число которых различно у разных видов (есть нерасчлененные представители). У ленточных червей отсутствует пищеварительная система — всасывание происходит поверхностью тела с помощью микроворсинок наружного эпителия.

К этому классу относится *бычий цепень* (*Taeniarhynchus saginatus*).

Окончательный хозяин бычьего цепня — человек, у которого червь обитает в тонком кишечнике.

*Филогения плоских червей.*

В эволюционном отношении наибольшее значение имеют прямокишечные турбеллярии, от предков которых могли произойти другие классы плоских червей.

### 3.2. Тип Первичнополостные черви

Тип Круглые черви включает несколько классов, из которых наибольший интерес представляют три класса: класс Собственно круглые черви, или Нематоды (*Nematoda*), класс Скребни (*Acanthocephala*) и класс Коловратки (*Rotatoria*).

Тело круглых червей имеет веретеновидную форму, сужающееся к переднему и заднему концам. В поперечном сечении тело круглое — отсюда происходит название типа.

Тело одето плотной, эластичной кутикулой, которую выделяет наружный эпителий, или гиподерма. По окружности тела червя гиподерма образует четыре валика, вдающиеся в полость тела. Под гиподермой находится слой продольных мышц,

который делится валиками гиподермы на четыре тяжа. Кутикула, гиподерма и продольная мускулатура образуют кожно-мускульный мешок.

Между кожно-мускульным мешком и внутренними органами тела расположена обширная полость. Это первичная полость тела, так как по происхождению представляет собой сильно увеличенный остаток бластоцеля. Она не имеет собственной эпителиальной выстилки и заполнена жидкостью, которая находится под давлением. Функции первичной полости тела: опорная (служит гидроскелетом для кожно-мускульного мешка), распределительная, выделительная.

Сильная кутикулизация покровов привела к полной редукции мерцательного эпителия, даже сперматозоиды у этих животных лишены жгутиков.

Дыхание свободноживущих происходит через всю поверхность тела. У паразитов животных — дыхание анаэробное.

Выделительная система или совсем отсутствует, или представлена видоизмененными кожными железами, или протонефридиального типа.

Нервная система круглых червей построена по тому же типу, что и у плоских червей, но развита лучше и тесно связана еще с покровами. Органы чувств развиты слабо, представлены чувствительными волосками, щетинками, примитивными глазами.

В отличие от плоских червей, круглые черви имеют трубкообразный сквозной кишечник, подразделяющийся на отделы: передний, средний и задний с анальным отверстием. Передний и задний отделы имеют эктодермальное происхождение, средний – энтодермальное.

Разложение сложных органических веществ происходит в полости среднего отдела.

Круглые черви раздельнополы. Половой диморфизм выражен отчетливо/

*Класс Нематоды.* Свободноживущие виды населяют соленые и пресные воды, живут в почве. Много паразитов растений, животных и человека.

В отличие от других классов у нематод нервная система в виде околосреднего нервного кольца, которое опоясывает пищевод, и отходящих от него двух продольных нервных тяжей: спинного и брюшного. Большое развитие получили брюшные и спинные нервные тяжи, соединенные комиссурами и дающие ответвления к различным органам.

Органы выделения представлены шейными железами, которые выполняют функции осморегуляции и выделения. Шейная железа у многих нематод представляет собой большую клетку с двумя отростками, которые тянутся вдоль тела в боковых валиках гиподермы и имеют внутри каналы, которые открываются наружу порой на брюшной стороне в передней части.

Нематоды раздельнополы. Половой диморфизм выражен отчетливо, то есть имеются различия между самцом и самкой по внешнему виду. У самцов задний конец тела загнут на брюшную сторону и имеются специальные органы, способствующие оплодотворению. Половые органы, как правило, парные и имеют трубчатое строение. У самок парные яичники переходят в парные яйцеводы, которые, в свою очередь, переходят в парные матки, сливающиеся в непарное влагалище, открывающееся женским половым отверстием. У самцов парные семенники переходят в парные семяпроводы, которые, сливаясь, образуют мускулистый семяизвергательный канал.

Развитие нематод протекает с метаморфозом (превращением). Жизненный цикл паразитических нематод очень сложен и часто сопровождается сменой хозяев, миграциями в организме хозяина и сменой сред обитания.

*Свиная аскарида* (*Ascaris suum*) паразитирует в тонком кишечнике свиньи. Дробление яйца начинается в теле самки аскариды, но основное развитие личинки

проходит во внешней среде в течение 8-30 суток, что определяется главным образом температурой среды. В кишечнике хозяина из яиц выходят микроскопические личинки, которые внедряются в стенки тонких кишок, проникают в кровяное русло и с током крови выносятся в капилляры легочных пузырьков – альвеол, где паразит растет. Из легких личинки через бронхи и дыхательное горло при откашливании хозяина попадают в глотку, а затем вместе с кормом и слюной подросшие личинки снова попадают в кишечник, где заканчивают развитие и приступают к размножению.

Среди биогельминтов наибольшую опасность представляет *трихинелла* спиральная (*Trichinella spiralis*), жизненный цикл которой проходит полностью в организме хозяина. У человека эти гельминты вызывают трихинеллез. Человек заражается в основном от свиней, потребляя мясо, пораженное мышечными трихинеллами.

Другой представитель этого типа — *острица* (*Enterobius vermicularis*), которая паразитирует в толстом кишечнике человека. Чтобы отложить яйца, черви выходят в промежность, вызывая при этом зуд. Человек расчесывает зудящее место, яйца попадают под ногти, а затем, через руки или предметы обихода могут попасть в рот, в результате чего и происходит заражение. Эти паразиты особенно часто встречаются у детей.

Нематоды — паразиты растений, способны поражать все вегетативные органы растений. В ротовой полости у них имеется особый стилет, при помощи которого нематоды прокалывают ткани растений. Эти паразиты обладают внекишечным пищеварением — они впрыскивают в пораженные ткани пищеварительные соки, а затем всасывают полупереваренную пищу.

*Класс Коловратки* включают около 1,5 тыс. видов круглых червей, живущих в основном в пресных водоемах и имеющих микроскопические размеры – от 0,04 до 2 мм.

*Класс Скребни* - исключительно паразитические черви, насчитывающие около 500 видов, обитающих во взрослом состоянии в кишечнике позвоночных, а в личиночном - у беспозвоночных животных, рыб и земноводных. Развиваются со сменой хозяев.

*Филогения первичнополостных червей.*

Считается, что первичнополостные круглые черви ведут свое начало от турбелляриепоподобных предков. В разных классах круглых червей сохранились признаки, общие с плоскими червями: участки ресничного эпителия, протонефридии, участки паренхимы в первичной полости тела. Наиболее близки к предкам современные коловратки и брюхоресничные.

### Вопросы для самоконтроля

1. По каким признакам выделен тип плоские черви?
2. Кто считается окончательным и кто - промежуточным хозяином?
3. Каковы признаки дегенерации у паразитических червей?
4. Почему плоских червей называют гермафродитными животными?
5. Чем заполнена полость тела у круглых червей?
6. Какую роль играет кожно-мускульный мешок?
7. Какого типа нервная система у аскариды?
8. На какой стадии развития аскарида нуждается в кислороде?
9. Какие признаки более высокой организации характерны для круглых червей по сравнению с плоскими червями?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. *Догель, В.А.* Зоология беспозвоночных / В.А. Догель. – М.: Высшая школа, 2015. – 620 с.
2. *Лысов, П.К.* Биология с основами экологии / П. К. Лысов.- М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
3. *Пехов, А.П.* Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

### *Дополнительная*

1. *Блохин, Г.И.* Зоология. / Г. И. Блохин, В. А. Александров.- М.: КолосС, 2005. – 512 с.
2. *Мамонтов, Е.Г.* Биология: учебное пособие / Е.Г. Мамонтов. – М.: Дрофа, 2004. – 480 с.
3. *Лукин, Е.И.* Зоология / Е.И Лукин.– М.: Высшая школа, 1989. – 381 с.

## Лекция 4

### ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ –ANNELIDA, КЛАССИФИКАЦИЯ, ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, РОЛЬ В ЭВОЛЮЦИИ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Кольчатые черви отличаются от плоских и круглых червей целым рядом особенностей в строении тела и жизнедеятельности. Эти отличительные особенности настолько велики, что аннелид считают за высших червей, а плоских и круглых - за низших. Тип насчитывает около 12 тыс. видов, ведущих свободный образ жизни, главным образом в морях, а также в пресных водоемах и в почве. Паразитических видов немного.

Тип Кольчатые черви включает три класса:

Многощетинковые черви (Polychaeta)

Малощетинковые черви (Oligochaeta)

Пиявки (Hirudinea)

Тело кольчатых червей вытянутое, слегка сплющенное в спинно-брюшном направлении или правильно цилиндрическое. Характерной особенностью кольчатых червей является метамерность, т.е. разделение тела на отдельные сегменты, сходные между собой по строению и повторяющиеся друг друга на протяжении всего тела. У аннелид впервые обособляются передний отдел тела - простомиум, туловище и задний отдел, или анальная лопасть - пигидиум. Головной отдел несет рот, органы чувств и органы захвата пищи. У многощетинковых червей появляются специальные органы движения - параподии.

Покровы кольчатых червей представлены однослойным эпителием, одетым снаружи тонкой кутикулой. Кожа богата железами.

У всех кольчатых червей, кроме пиявок, имеется вторичная полость тела или целом, выстланный тонким слоем целомического эпителия и заполненный целомической жидкостью. Она выполняет роль гидроскелета, в ней находятся клетки (фагоциты и другие), она участвует в переносе различных веществ и защите организма.

Кожно-мышечный мешок представлен двумя слоями гладких мышц. Наружным - кольцевым и внутренним - продольным.

Нервная система аннелид обнаруживает ряд ступеней усложнения. У низкоорганизованных кольчатых червей нервная система построена по лестничному типу. У высокоорганизованных - по типу «брюшной нервной цепочки». Это ганглиозная нервная система. В процессе эволюции она образовалась путем слияния продольных нервных стволов и ганглиев каждого сегмента. Органы чувств лучше всего развиты у бродячих полихет.

Важной прогрессивной особенностью аннелид является наличие у них кровеносной системы, появление которой связано с развитием целома. За исключением ряда пиявок, кровеносная система у аннелид замкнутая. Состоит, как правило, из двух продольных сосудов - спинного и брюшного. Кровь содержит гемоглобин или близкие к нему вещества, переносящие кислород. Среди клеток крови есть фагоциты, выполняющие защитную функцию.

У большинства полихет имеются специальные органы дыхания в виде жабр. Жабры расположены по сегментно на определенном участке тела и представлены видоизмененными спинными усиками параподий.

Пищеварительная система аннелид более дифференцирована.

Она начинается ртом, который лежит на брюшной стороне переднего отдела и заканчивается анальным отверстием. Кишечник состоит из трех отделов: переднего (эктодермального), среднего (энтодермального) и заднего (эктодермального).

Органы выделения кольчатых червей - метанефридии.

Большинство многощетинковых кольчатых червей раздельнополые. Оплодотворение яиц наружное, развитие с метаморфозом. Половая система олигохет гермафродитная, оплодотворение перекрестное. Развитие прямое.

*Класс Многощетинковые черви.* Включает около 8 тысяч видов. Большинство червей обитает на дне морей и океанов. Представители: *нереида* (*Nereis diversicolor*), акклиматизированная в Каспийском море, *пескожил* (*Arenicola marina*).

*Класс Малощетинковые черви.* Известно более 5 тысяч видов, водные и почвенные формы. Представитель - дождевой червь, ведущий активную и полезную для почвы деятельность.

*Класс Пиявки.* Около 400 видов, живущих в основном в пресных водоемах и являющихся эктопаразитами беспозвоночных и позвоночных животных. Много пиявок хищников. Представители: *медицинская пиявка* (*Hirudo medicinalis*), *рыбья пиявка* (*Piscicola geometra*).

*Филогения кольчатых червей.*

Согласно одной из гипотез аннелиды произошли от ресничных червей. От полихет при переходе к пресноводному и наземному образу жизни сформировались малощетинковые черви. При переходе к активному кровососанию и хищному образу жизни обособился класс пиявок.

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие признаки более высокой организации имеются у кольчатых червей по сравнению с плоскими и круглыми червями?
2. Какое строение тела называют метамерным - членистым?
3. Из чего состоит кожно-мускульный мешок у кольчатых червей?
4. Каково строение кровеносной системы и как по ней циркулирует кровь у кольчатых червей?
5. Какого цвета кровь у кольчатых червей и почему?
6. Какое практическое значение имеют кольчатые черви?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. *Догель, В.А.* Зоология беспозвоночных / В.А. Догель. – М.: Высшая школа, 2015. – 620 с.
2. *Лысов, П.К.* Биология с основами экологии / П. К. Лысов.- М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
3. *Пехов, А.П.* Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

#### *Дополнительная*

1. *Блохин, Г.И.* Зоология. / Г. И. Блохин, В. А. Александров.- М.: КолосС, 2005. – 512 с.
2. *Мамонтов, Е.Г.* Биология: учебное пособие / Е.Г. Мамонтов. – М.: Дрофа, 2004. – 480 с.
3. *Лукин, Е.И.* Зоология / Е.И Лукин.– М.: Высшая школа, 1989. – 381 с.

## Лекция 5

### ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ – ARTHROPODA. КЛАССИФИКАЦИЯ. АННЕЛИДНЫЕ И АРТРОПОДНЫЕ ПРИЗНАКИ В ОРГАНИЗАЦИИ ЧЛЕНИСТОНОГИХ

Тип Членистоногие включает:

Подтип Жабродышащие (Branchiata)

Класс Ракообразные (Crustacea)

подкласс Жаброногие (Branchiopoda)

подкласс Максиллоподы (Maxillopoda)

подкласс Высшие раки (Malacostraca)

Подтип Хелицеровые (Chelicerata)

Класс Паукообразные (Arachnida)

Подтип Трахейные (Tracheata)

надкласс Многоножки (Myriapoda)

надкласс Шестиногие (Hexapoda)

Класс Насекомые скрыточелюстные (Insecta - Entognatha)

Класс Насекомые открыточелюстные (Insecta - Ectognatha)

Тип Членистоногие является следующим этапом в эволюции животного мира. Историческое развитие этого типа сопровождалось целым рядом крупных ароморфозных изменений. Это было связано, во-первых, с переходом большинства членистоногих по сравнению с кольчатыми червями к более активному и подвижному образу жизни, и, во-вторых, с выходом большинства членистоногих из воды на сушу, т.е. со сменой среды обитания. Тип насчитывает более 1,5 млн. видов, населяющих моря, океаны, пресные водоемы, поверхность суши, почву и воздушную среду.

Тело членистоногих подразделяется на головную лопасть, сегменты туловища и анальную лопасть. Сходные сегменты образуют отделы тела: голову, грудь, брюшко. Сегменты могут сливаться между собой.

Сегменты тела снабжены парными конечностями. Конечности образованы из члеников и представляют многоколенный рычаг. Это позволяет членистоногим совершать сложные движения.

Конечности несут ряд важнейших функций: двигательную, пищедобывающую, дыхательную, чувствительную, половую.

Тело членистоногих одето хитиновым панцирем, или наружным скелетом.

Наличие наружного скелета у членистоногих привело к распаду кожно-мышечного мешка и вторичной полости тела. Скелетная мускулатура образована пучками поперечнополосатых мышц, крепящихся к частям скелета. От вторичной полости тела сохраняется только окологердечная сумка.

Полость тела членистоногих — смешанная, так как она образуется в результате разрушения вторичной полости, которая сливается с остатками первичной полости. Полость тела заполнена гемолимфой. Гемолимфа выполняет функции крови и полостной жидкости, а также циркулирует в кровеносной системе.

Наличие твердых покровов препятствует непрерывному росту животных. Поэтому рост и развитие членистоногих сопровождается периодическими линьками. Старая кутикула

сбрасывается, а новая еще не затвердевает, животное растет. Кутикулизация покровов препятствует развитию ресничного эпителия.

Пищеварительная система начинается ртом, который окружен видоизмененными конечностями, образующими ротовой аппарат. Имеются глотка, пищевод, иногда расширяющийся в зоб, желудок. Это части передней кишки. Средняя кишка короткая и переходит в заднюю кишку, заканчивающуюся анальным отверстием. В глотку открываются протоки, слюнных желез, а протоки печени впадают в среднюю кишку. Функции печени: секреторная, внутриклеточного пищеварения, всасывающая и запасающая.

На границе средней и задней кишок расположены мальпигиевы сосуды — органы выделения наземных членистоногих. В мальпигиевых сосудах образуется мочевая кислота — у насекомых и гуанин — у паукообразных. У насекомых функция выделения также выполняет жировое тело. Органы выделения ракообразных представлены парой крупных зеленых желез, расположенных в голове.

Дыхание ракообразных осуществляется с помощью жабр. Жабры — это видоизмененные конечности или их части. Паукообразные дышат легкими — видоизмененными конечностями, погруженными внутрь брюшка. Кроме легких у некоторых паукообразных имеются трахеи — эктодермальные трубочки, стенки которых выстланы спиральными утолщениями кутикулы. У насекомых дыхание только трахейное.

Нервная система образована парным головным мозгом, окологлоточным нервным кольцом и брюшной нервной цепочкой.

Органы чувств у членистоногих развиты хорошо, особенно у наземных представителей типа. Органы зрения — глаза, могут быть простыми и сложными. Сложный глаз состоит из множества отдельных простых глазков или фасеток. Имеются органы осязания, химического чувства и равновесия. У насекомых появляются органы слуха.

Кровеносная система незамкнутая. Сердце располагается на спинной стороне тела в околосоудной сумке и имеет парные отверстия, число и расположение которых различно у разных представителей типа. Через отверстия в сердце попадает окисленная гемолимфа. От сердца отходят кровеносные сосуды, по которым гемолимфа выталкивается в полость тела.

Членистоногие раздельнополы. Случаи гермафродитизма крайне редки. У большинства видов выражен половой диморфизм. Половые железы парные, образуют собственные протоки. Развитие протекает как с метаморфозом, так и без метаморфоза.

*Класс Ракообразные.* Основная масса ракообразных - обитатели соленых и пресных водоемов, и лишь немногие живут во влажных местах на суше (мокрицы). Представители: *обыкновенная дафния* (*Daphnia pulex*), *циклопы* (*Cyclops*), *диаптомусы* (*Diaptomus*), *речной рак* (*Astacus*), *лангуст* (*Palinurus*), *крабы* (*Cancer*, *Callinectes*).

*Класс Паукообразные.* Обитатели суши, встречаются вторичноводные виды, паразиты растений и животных. Для многих характерно выделение паутиных нитей из особых паутиных желез. Представители: *паук - крестовик* (*Araneus diadematus*), *тарантул* (*Lycosa*

*Singoriensis*), клещи родов *Ixodes* и *Dermacentor*.

*Класс Насекомые.* Насекомые заселили все уголки нашей планеты. Представители: *черный таракан* (*Blatta orientalis*), *кузнечик обыкновенный* (*Tettigonia viridis*), *сверчок степной* (*Gryllus desertus*), *белянка капустная* (*Pieris brassicae*).

*Филогения членистоногих.*

Предками всех членистоногих были древние полихетообразные кольчатые черви. Все три современных подтипа развивались параллельно, как самостоятельные группы.

Филогения жабродышащих шла в воде, их связь с полихетами устанавливается через вымершую группу трилобитов.

Хелицеровые своим происхождением связаны с вымершими трилобитами и эволюция их протекала в направлении выхода из воды на сушу.

Эволюция трахейных с самого начала протекала в условиях наземной жизни.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Из каких частей состоит тело членистоногих?
2. Имеется ли у членистоногих кожно-мускульный мешок?
3. Где обитают паукообразные?
4. Какие приспособления имеются в организме паукообразных для жизни на суше?
5. Чем отличаются насекомые от других членистоногих?
6. С чем связано большое разнообразие в строении пищеварительной системы насекомых?
7. Что представляет собой трахеальная система насекомых?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. *Догель, В.А.* Зоология беспозвоночных / В.А. Догель. – М.: Высшая школа, 2015. – 620 с.
2. *Лысов, П.К.* Биология с основами экологии / П. К. Лысов.- М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
3. *Пехов, А.П.* Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

#### *Дополнительная*

1. *Блохин, Г.И.* Зоология. / Г. И. Блохин, В. А. Александров.- М.: КолосС, 2005. – 512 с.
2. *Мамонтов, Е.Г.* Биология: учебное пособие / Е.Г. Мамонтов. – М.: Дрофа, 2004. – 480 с.
3. *Лукин, Е.И.* Зоология / Е.И Лукин.– М.: Высшая школа, 1989. – 381 с.

## Лекция 6

### ТИП ХОРДОВЫЕ – CHORDATA. КЛАССИФИКАЦИЯ ТИПА. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДТИПОВ, ФИЛОГЕНИЯ.

#### 6.1. Общие признаки хордовых

Это наиболее высокоорганизованная группа животных, освоивших различные среды обитания. Современная классификация типа:

Подтип Бесчерепные (Acrania)

Подтип Личиночдохордовые (Urochordata)

Подтип Позвоночные (Vertebrata)

Раздел Бесчелюстные - Agnatha

Надкласс Бесчелюстные - Agnatha

Класс Круглоротые - Cyclostomata

Раздел Челюстноротые - Gnathostomata

Надкласс Рыбы - Pisces

Класс Хрящевые рыбы - Chondrichthyes

Класс Костные рыбы - Osteichthyes

Надкласс Четвероногие, или Наземные позвоночные - Tetrapoda

Класс Земноводные, или Амфибии - Amphibia

Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии - Reptilia

Класс Птицы - Aves

Класс Млекопитающие, или Звери - Mammalia

Все Хордовые имеют внутренний скелет, основным осевым элементом которого является хорда. Хорда возникает из энтодермы и представляет собой упругий тяж, образованный крупными вакуолизированными клетками. Снаружи хорду одевает соединительнотканная оболочка. Хорда служит для опоры мускулатуры и участвует в движении животного. В течение всей жизни хорда сохраняется только у низших представителей типа. У позвоночных животных хорда присутствует в эмбриональном развитии, а затем замещается позвоночником. Позвоночник выполняет те же функции, что и хорда.

Центральная нервная система хордовых имеет трубчатое строение. Нервная трубка образована из эктодермы и расположена над хордой. Внутри нее имеется канал, называемый невроцель.

В переднем отделе пищеварительной трубки у хордовых имеются жаберные щели. Жаберные щели соединяют глоточную полость с внешней средой. У водных позвоночных (рыбы) в жаберных щелях формируются жабры — органы водного дыхания. У наземных позвоночных жаберные щели присутствуют только у эмбрионов на начальных этапах индивидуального развития.

В брюшной части тела, под пищеварительной трубкой находится сердце, из которого кровь движется в переднем направлении.

Хордовые — двустороннесимметричные животные, вторичнополостные, вторичноротые животные.

Имеется около 45 тыс. видов хордовых, обитающих как в водной среде, так и на суше.

## 6.2. Подтип Бесчерепные

Представителем является *европейский ланцетник* (*Amphioxus lanceolatum*). Ланцетники обитают на дне морей тропических и умеренных зон на глубине до 20 метров.

У ланцетника овальная форма тела, суживающаяся к хвосту. Ланцетник обитает, зарывшись в грунт, выставляя наружу передний конец тела.

Тело ланцетника покрыто кутикулой, которую выделяет однослойный покровный эпителий. На спинной стороне тела и хвосте находится кожная складка — плавник. На переднем конце тела расположен рот, окруженный 10-20 парами щупалец.

Вдоль тела от головного до хвостового конца тянется хорда. Хорда одета соединительной тканью, которая формирует опору плавника и разделяет мускулатуру на отдельные сегменты. Двигательная мускулатура поперечнополосатая, сокращение мышечных сегментов вызывает боковые изгибы тела, благодаря которым ланцетник плавает и зарывается в грунт.

Над хордой находится нервная трубка. В стенках нервной трубки расположены светочувствительные глазки. От нервной трубки отходят нервы к мускулатуре и внутренним органам. Головной мозг у ланцетника неразвит.

По типу питания ланцетник относится к фильтраторам. Рот находится на переднем конце тела в глубине ротовой воронки, которая окружена щупальцами. Рот ведет в глотку, пронизанную жаберными щелями (их более 100). Перегородки между щелями несут мерцательный эпителий, который создает постоянный ток воды через глотку. Межаберные перегородки пронизаны кровеносными сосудами, в которых осуществляется газообмен. Газообмен также происходит через всю поверхность тела животного. Специализированных органов дыхания у ланцетника нет.

Вода, содержащая кислород и пищевую взвесь (детрит и мелких беспозвоночных), через рот попадает в глотку и проходит через жаберные щели. В глотке ланцетника имеется эндостиль, обеспечивающий улавливание пищи и поступление ее в кишечник. Средняя кишка у ланцетника короткая, от ее начала отходит крупный печеночный вырост, направленный вперед к глотке. Анальное отверстие открывается в основании хвостового плавника. Переваривание и всасывание пищи происходит как в кишечнике, так и в печени. Отдельные клетки этих органов способны к внутриклеточному пищеварению с образованием пищеварительных вакуолей.

У ланцетника один круг кровообращения, сердце отсутствует, кровь бесцветная.

Выделительная система ланцетника представлена многочисленными парными метанефридиями, выводными протоками они открываются в околожаберную полость.

Ланцетники раздельнополые животные. Гонады закладываются в передней части тела под глоткой. Гонады не имеют собственных протоков, и половые продукты выводят во внешнюю среду через разрывы их стенок. Оплодотворение наружное. Из зиготы развивается личинка.

## 6.3. Подтип Личиночнордовые

Известно около 1500 видов личиночнордовых. Все они морские животные. Большая их часть во взрослом состоянии ведет сидячий образ жизни, прочно прикрепляясь к субстрату. Для личиночнордовых характерно то, что их тело заключено в оболочку - тунику, образованную веществами, близкими к клетчатке. Самая многочисленная группа - асцидии (*Ascidiae*).

Скелет у взрослой особи редуцируется. Нервная система состоит из ганглия и отходящих от него нервов.

Кровеносная система незамкнутая, имеется мешковидное сердце.

Пищеварительная система начинается ротовым сифоном, ведущим в обширную глотку, стенки которой пронизаны жаберными щелями. Через жаберные щели вода поступает в околожаберную полость и выводится наружу через клоакальный сифон.

Органы выделения отсутствуют.

Асцидии - гермафродиты. Из яиц выходят подвижные личинки, имеющие все типичные признаки хордовых животных. Прикрепляясь к субстрату, она претерпевает регрессивные превращения.

#### **6.4. Подтип Позвоночные**

Позвоночные - высший подтип хордовых. По сравнению с бесчерепными и личиночдохордовыми они характеризуются значительно более высоким уровнем организации, что наглядно выражено как в их строении, так и в физиологических отправлениях. В то время, как низшие хордовые ведут сидячий или малоподвижный образ жизни, поведение позвоночных несравненно более сложно. Среди позвоночных нет видов, ведущих сидячий образ жизни. Они перемещаются в широких пределах, активно разыскивая и захватывая пищу, спасаясь от преследования врагов, разыскивая для размножения особей другого пола.

В прямой связи с вышеуказанным стоят и особенности организации позвоночных.

- нервная система позвоночных значительно более дифференцирована. У животных развит головной мозг, состоящий из пяти отделов: переднего, среднего, промежуточного, мозжечка и продолговатого, переходящего в спинной мозг. Хорошо развита периферическая нервная система.

- для позвоночных характерно наличие разнообразных и сложно устроенных органов чувств, служащих основной связью между живым организмом и внешней средой.

- с развитием головного мозга и органов чувств связано возникновение черепа. В качестве осевого скелета взамен хорды у подавляющего большинства животных функционирует более совершенное и прочное образование - позвоночный столб.

- в связи с активным способом питания в области переднего отдела кишечной трубки возникают подвижные части скелета, из которых формируется ротовой, а у огромного большинства - челюстной аппарат, обеспечивающий схватывание, удержание пищи и измельчение ее.

- общий обмен веществ имеет уровень несравненно более высокий, чем у низших хордовых, в связи с этим появилось многокамерное сердце, обуславливающее быстрый кровоток.

- появились специализированные пищеварительные железы - печень и поджелудочная железа, многообразные железы внутренней секреции.

- в выделительной системе появились почки, надежно обеспечивающие выведение из организма возросшего количества продуктов обмена.

Позвоночные проникли во все жизненные среды, развилось огромное разнообразие строения, наглядно демонстрирующее приспособительный ход эволюции. Общее число современных видов около 43 тысяч.

На основе различий в образе жизни, особенностях строения, характере размножения и развития зародышей, а также путей эволюции позвоночных делят на две группы -

Anamnia и Amniota. К группе анамний принадлежат круглоротые, рыбы и земноводные, т.е. животные, проводящие всю жизнь или личиночную стадию в воде. Группа амниот включает высших наземных позвоночных животных - пресмыкающихся, птиц и млекопитающих.

#### *Филогения хордовых.*

По теории А.Н.Северцова, предками хордовых были двустороннесимметричные, червеобразные, морские свободноплавающие бесчерепные животные. Они имели все признаки хордовых. Эта исходная предковая группа развивалась в трех направлениях.

Одна группа предков пошла по пути приспособления к сидячему, донному образу жизни, в связи с чем утратила такие характерные черты, как осевой скелет, нервная трубка. Одновременно развились сложные покровы. Так появились личиночнохордовые.

Вторая группа сохранила примитивные типичные черты хордовых, приспособилась к донному образу жизни, у них сохранился полупассивный тип питания. Этим путем возникли современные бесчерепные. Наконец, третья линия развития ознаменовалась переходом к активной добыче пищи, к большой подвижности и сопровождалась прогрессивным развитием, приведшим к возникновению позвоночных животных.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какое место в эволюции животных занимают хордовые?
2. На какие подтипы и по каким признакам подразделяют тип хордовых животных?
3. Какова роль хорды и какой опорный орган возник на основе хорды?
4. Каковы признаки примитивности у ланцетника?
5. Чем характеризуется нервная система хордовых?
6. Каково происхождение легких в процессе онтогенеза и филогенеза у позвоночных?
7. К каким изменениям приводит сидячий образ жизни асцидии?
8. Какие прогрессивные признаки можно отметить у позвоночных животных?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. *Дзержинский Ф. Я.* Зоология позвоночных. / Ф. Я. Дзержинский, Б. Д. Васильев, В. В. Малахов. – М.: Академия, 2013. – 465 с.
2. *Коцаев, А. Г.* Зоология позвоночных / А. Г. Коцаев, Т. А. Дауда. – М.: Лань, 2014. – 224 с.
3. *Константинов, В. М.* Зоология позвоночных / В. М. Константинов, С. П. Наумов, С. П. Шаталова. – М.: Академия, 2011, -448 с. <http://www.torrentino.com/torrents/1070270>

#### *Дополнительная*

1. *Кузнецов, Б. А.,* Курс зоологии / Б. А. Кузнецов, А. В. Чернов, Л. Н. Катанова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 398 с.
2. *Лукин, Е. И.* Зоология / Е. И. Лукин. - М.: Высшая школа, 1981, 1989 гг. – 310 с.
3. *Новиков, Н. А.* Зоология / Н. А. Новиков, С. П. Наумов. – М.: Высшая школа, 1985.

## Лекция 7

### ГРУППА АНАМНИЙ. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ КЛАССОВ.

Жизнь зародилась в водной среде, и первые позвоночные были типичными водными животными. Водная среда имеет ряд особенностей, к которым обитающие в этой среде животные должны приспособливаться. Прежде всего эта среда плотная. Это обстоятельство открывает возможность существования форм, «взвешенных» в воде, и оказывает решающее влияние на условия передвижения в водной среде. Второе важное свойство водной среды - относительно слабая растворимость в ней кислорода. Дефицит кислорода оказался фактором, направившим эволюцию дыхательной системы водных животных. Наконец, в водной среде всегда растворено какое-то количество минеральных и органических веществ. Это приводит к закономерным осмотическим взаимоотношениям организма водных животных с окружающей средой и послужило фактором возникновения и эволюционного закрепления специфических механизмов водно-солевого обмена и осморегуляции.

#### 7.1. Опорно-двигательная система и локомоция

Исходно роль осевого опорного скелета играет хорда. Хорда заключена в соединительнотканную оболочку, в которой уже у низших позвоночных - круглоротых - формируются элементы позвонков в виде метамерно расположенных палочковидных хрящей. Упругость хорды допускает боковые изгибы тела, что и лежит в основе локомоции в плотной водной среде.

Преобразование осевого скелета в обоих классах рыб, повышающее эффективность плавания, шло по двум направлениям: образование позвоночника, состоящего из большого числа подвижно сочлененных позвонков, и его дифференциации на туловищный и хвостовой отделы. Расчленение единого осевого стержня на позвонки способствовало увеличению гибкости тела, т.е. повышению энергичности плавания.

Осевая мускулатура круглоротых и рыб имеет четко выраженное сегментарное строение и состоит из конусовидных миомеров, разделенных соединительнотканными миосептами. Последовательное сокращение мускулатуры отдельных сегментов вызывает боковые движения тела и хвоста.

Такое строение опорно-двигательного аппарата и обтекаемая форма тела обеспечивают эффективную локомоцию в плотной среде. Эффективность локомоторного аппарата дополнительно повышает наружный покров из чешуи.

В отличие от круглоротых у рыб появляются парные конечности - грудные и брюшные плавники. Для активной работы парных плавников требуется опора их основания в теле. Эту функцию выполняют пояса конечностей, плечевой для грудных плавников и тазовый для брюшных.

Череп принято рассматривать как единое образование, подразделяющееся на осевой и висцеральный отделы. У круглоротых и рыб осевой и висцеральный отделы черепа выражены отчетливо и слабо связаны друг с другом. Висцеральный череп закладывается в стенках передней части кишечной трубки. Функция его у круглоротых - опора ротового и жаберного аппарата. У рыб висцеральный скелет участвует не только в опорной функции, но и в активных движениях, связанных с захватом пищи (передние висцеральные дуги преобразуются в подвижные челюсти) и дыханием

(жаберные дуги). Эти отличия дают основание для деления всех позвоночных на два раздела: Бесчелюстные и Челюстноротые.

## **7.2. Дыхательная система и газообмен**

Принцип газообмена заключается в диффузии растворенных в жидкости газов по градиенту их концентрации. Растворимость кислорода в воде невелика. В среднем количество кислорода, растворенного в воде природных водоемов, колеблется в пределах 5-11 мл/л. Эволюция, связанная с прогрессивным наращиванием энергетики организма, привела к формированию у водных позвоночных активного типа дыхания с помощью специализированного жаберного аппарата.

У круглоротых в области глотки образуются семь пар жаберных мешков, которые у миног открываются во внешнюю среду.

У рыб устройство жаберного аппарата иное. У хрящевых рыб от жаберных дуг отходят межжаберные перегородки, наружные края которых образуют подобие клапанов, прикрывающих расположенную позади жаберную щель. Активное сжатие ротовой полости и глотки создает здесь повышенное давление, и вода выталкивается через жаберные щели наружу, омывая при этом жаберные лепестки, на поверхности которых и происходит газообмен с протекающей по капиллярам кровью.

У костных рыб появление жаберной крышки способствовало повышению эффективности дыхательных движений: формируется система нагнетательного (ротовая полость) и всасывающего (жаберная полость) насосов, что обеспечивает интенсивное продвижение воды сквозь жабры. В отличие от хрящевых у костных рыб межжаберные перегородки редуцированы или (у костистых) полностью отсутствуют, Жаберные лепестки у них прикреплены прямо к жаберным дугам и свободно свешиваются в жаберную полость.

Эффективность газообмена рыб определяется не только особенностями общего строения дыхательного аппарата, но и более тонкими морфофизиологическими приспособлениями. Микроструктура дыхательной поверхности жаберных лепестков представлена множеством вторичных жаберных пластинок, расположенных перпендикулярно плоскости лепестков, Благодаря этому общая площадь газообменного эпителия сильно увеличивается. Извлечение кислорода из воды усиливается противоположным направлением движения потока воды сквозь жаберные лепестки и тока крови в капиллярах, проходящих по вторичным жаберным пластинкам. Противоточная система обеспечивает наибольшую эффективность утилизации кислорода: некоторые виды костистых рыб способны извлекать до 85% растворенного в воде кислорода.

## **7.3. Водно-солевой обмен и органы выделения**

В организме позвоночных концентрация жидкостей внутренней среды выше, чем в окружающей среде. Благодаря этому вода осмотическим путем непрерывно проникает внутрь организма. Отсюда возникает важная функция постоянного выведения избытка воды. У всех животных эта функция связана с органами выделения.

В индивидуальном развитии первичноводных позвоночных сменяются два типа строения почек. Вначале закладывается так называемая головная почка (пронефрос). У взрослых форм развивается новая серия нефронов, расположенных позади предпочки и составляющих туловищную почку (мезонефрос).

Функции туловищной почки: ультрафильтрация - процесс образования первичной мочи, в состав которой входит не только вода, но и растворенные в ней вещества; реабсорбция - обратное всасывание солей, сахаров и других веществ в кровь; секреторная - заключается в том, что особые клетки в стенках нефрона извлекают из крови вещества, подлежащие выделению и секретируют их в просвет канальца.

Поскольку организм непрерывно теряет соли в составе мочи и экскрементов, а также в результате диффузии через кожу и жабры, необходимо их постоянное возобновление. Соли поступают в организм с пищей. Кроме того, важную роль в солевом обмене играют специальные клетки жаберного эпителия - так называемые солевые или хлоридные.

У пресноводных рыб эти клетки способны к активной абсорбции солей из окружающей воды.

В морской среде осмотическое давление внутренней среды костистых рыб ниже, чем в морской воде. Поэтому в море организм этих животных постоянно теряет воду осмотическим путем (главным образом через жабры). Водные потери компенсируются путем питья: морские костистые рыбы пьют много воды, получая при этом избыточное количество солей. Вода в значительной мере (до 80%) адсорбируется в кишечнике, а соли выходят из организма с фекалиями. Большое количество солей выводится и с мочой. Соответственно, морские костистые рыбы теряют мало, порядка 2-5 мл/(кг.-сут.) - мочи, концентрация которой практически равна таковой плазмы крови. Кроме того, интенсивное всасывание воды происходит в мочевого пузыря.

У хрящевых рыб осморегуляция в морской среде строится на иной основе. В отличие от костистых рыб основной конечный продукт азотистого обмена у них не аммиак, который легко выводится через жабры, а мочевины. Усложненная конфигурация нефронов позволяет эффективно реабсорбировать мочевины. Благодаря накоплению мочевины в плазме и в тканях общее осмотическое давление внутренней среды хрящевых рыб оказывается почти равным окружающей среде, тогда как концентрация солей сохраняется на уровне, существенно более низком, чем в морской воде. Благодаря создаваемой за счет мочевины и триметиламинооксида (ТМАО) изотоничности хрящевые рыбы не теряют воду осмотическим путем, а соответственно лишены необходимости пить морскую воду.

#### **7.4. Половая система и размножение**

Все водные позвоночные раздельнополые. У круглоротых собственно половых протоков не образуется вообще, половые клетки через разрыв стенки гонады попадают в полость тела, затем мочеполовой синус, далее через общее мочеполовое отверстие выводятся наружу.

У рыб при формировании туловищной почки протонефрический проток расщепляется на два канала. Один из них - мюллеров канал - открывается в полость тела воронкой (воронка яйцевода). Второй проток - вольфов канал - принимает в себя канальцы нефронов туловищной почки и функционирует как мочеточник. Это - у самок. У самцов вольфов канал функционирует и как мочеточник, и как семяпровод; мюллеров канал у самцов редуцируется.

У всех водных позвоночных, кроме хрящевых и немногих костистых рыб, оплодотворение наружное и яйца (икра) развиваются в водной среде. Развитие, за редкими исключениями, включает стадию личинки. У многих видов хрящевых рыб яйца задерживаются в «матке». Питание эмбриона вначале идет за счет запасов желтка,

а позднее остатки желточного мешка врастают в стенки «матки», где образуется особая сеть кровеносных сосудов, напоминающая плаценту млекопитающих, через которую осуществляется обмен веществ зародыша с организмом матери. У яйцеживородящих видов икринки задерживаются в расширенных участках яйцеводов, которые используются лишь как «вместилища», и развиваются самостоятельно.

Биологическое значение разных форм живорождения заключается в уменьшении масштабов гибели икры и молоди.

### Вопросы для самоконтроля

1. Какие особенности водной среды накладывают отпечаток на строение первичноводных животных?
2. Что обеспечивает эффективную локомоцию в плотной среде круглоротым и рыбам?
3. Какую функцию выполняет висцеральный череп у круглоротых и рыб?
4. Каково строение органов дыхания у круглоротых и рыб?
5. Что повышает эффективность активной вентиляции у костных рыб?
6. Какие органы выделения функционируют у круглоротых и рыб?
7. Назовите функции туловищной почки?
8. Назовите особенности размножения хрящевых и костных рыб?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. *Дзержинский Ф. Я.* Зоология позвоночных. / Ф. Я. Дзержинский, Б. Д. Васильев, В. В. Малахов. – М.: Академия, 2013. – 465 с.
2. *Коцаев, А. Г.* Зоология позвоночных / А. Г. Коцаев, Т. А. Дауда. – М.: Лань, 2014. – 224 с.
3. *Константинов, В. М.* Зоология позвоночных / В. М. Константинов, С. П. Наумов, С. П. Шаталова. – М.: Академия, 2011, -448 с. <http://www.torrentino.com/torrents/1070270>

#### *Дополнительная*

1. *Кузнецов, Б. А.,* Курс зоологии / Б. А. Кузнецов, А. В. Чернов, Л. Н. Катанова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 398 с.
2. *Лукин, Е. И.* Зоология / Е. И. Лукин. - М.: Высшая школа, 1981, 1989 гг. – 310 с.
3. *Новиков, Н. А.* Зоология / Н. А. Новиков, С. П. Наумов. – М.: Высшая школа, 1985.

## Лекция 8

### ТИП ХОРДОВЫЕ – CHORDATA. КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ AMPHIBIA. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И РАЗВИТИЯ

Земноводные – немногочисленная группа наиболее примитивных наземных позвоночных (около 4,5 тысяч видов), включающая отряды: Хвостатые, Бесхвостые и Безногие амфибии. Группа в целом демонстрирует черты переходности от водного образа жизни к наземному. Подавляющее большинство амфибий обитают, в зависимости от стадий жизненного цикла, то в воде, то на суше. В течение жизни они, как правило, претерпевают метаморфоз, превращаясь из чисто водных личинок во взрослые формы, обитающие частью вне воды.

Кожа у всех земноводных голая, лишенная чешуи. Эпидермис богат многоклеточными железами.

Скелет земноводных по сравнению с рыбами имеет ряд изменений. Позвоночник земноводных включает шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой отделы. Для облегчения веса скелет имеет много хрящевых элементов. Настоящие ребра у бесхвостых не развиваются, очень короткие есть у безногих амфибий, у хвостатых развиваются короткие «верхние» ребра.

Мозговая коробка в значительной своей части пожизненно остается хрящевой. Череп амфибий аутостилический, то есть небно-квадратный хрящ непосредственно прирастает к мозговому черепу. В связи с аутостилией черепа подъязычная дуга не принимает участия в прикреплении челюстного аппарата к черепу. Верхний элемент этой дуги, - подвесок (гиомандибуляре) – превращен в маленькую кость – стремя, которая находится в полости среднего уха.

Развивается мощная и сложно организованная мускулатура на свободных конечностях. В связи со сложными движениями мускулатура тела более дифференцирована, а характерная для рыб метамерия теряется.

Головной мозг характеризуется рядом прогрессивных черт. Это выражается в относительно более крупных, чем у рыб, размерах переднего мозга, в полном разделении его полушарий и в том, что не только дно боковых желудочков, но и их бока и крыша содержат нервные клетки. Таким образом, у земноводных имеется настоящий мозговой свод –архипаллиум. Хорошо развиты органы чувств.

Ротовая щель ведет в обширную ротоглоточную полость, которая, сужаясь, переходит в пищевод. В ротоглоточную полость открываются хоаны, евстахиевы отверстия, гортанная щель и протоки слюнных желез. Короткий пищевод впадает в слабо отграниченный желудок. В петле переднего отдела кишечника лежит поджелудочная железа. Крупная печень имеет желчный пузырь, ее проток впадает в двенадцатиперстную кишку. В желчный проток впадают и протоки поджелудочной железы. Прямая кишка заканчивается клоакой.

Во взрослом состоянии большинство видов дышат легкими и через кожу. Легкие представляют собой парные мешки с тонкими ячеистыми стенками. Поскольку земноводные не имеют грудной клетки, воздух в легкие поступает путем накачивания, при этом дно ротовой полости выступает как поршень насоса. При опускании дна ротовой полости воздух втягивается в нее через ноздри, затем ноздри закрываются, а дно ротовой полости, поднимаясь, проталкивает воздух в легкие. Через кожу выделяется до 80% CO<sub>2</sub> поступает до 50% O<sub>2</sub>.

Сердце у всех амфибий трехкамерное, состоит из двух предсердий и одного желудочка. Оба предсердия сообщаются с желудочком одним общим отверстием. С правым предсердием сообщается венозный синус, который принимает венозную кровь. От правой части желудочка отходит артериальный конус. При сокращении желудочка вначале в конус поступает венозная кровь, которая далее идет в легочные артерии и кожные Дуги аорты получают смешанную кровь, которая снабжает весь организм. Артериальная кровь поступает в сонные артерии, несущие кровь к голове.

В зародышевом состоянии органом выделения служит головная почка (пронефрос), у взрослых – туловищная почка (мезонефрос) с ее типичным выводным протоком – вольфовым каналом. Мочеточники открываются в клоаку.

Все земноводные раздельнополы. Вольфов канал служит для выведения мочи и семени. У самок яйцеводами являются мюллеровы каналы, которые открываются в клоаку.

Развитие у земноводных проходит со сложным метаморфозом. Личинки – настоящие водные животные.

Амфибии произошли от одной из ветвей кистеперых рыб. Древнейшие амфибии появились уже в девонский период. Расцвет приходится на каменноугольный период, позже большинство видов вымерло.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Какой период жизненного цикла земноводные проводят в воде и какой на суше?
2. Какие особенности имеет кожа лягушки?
3. На какие части можно подразделить скелет лягушки?
4. Чем питаются лягушки и как они захватывают добычу?
5. Как устроено сердце лягушки?
6. Как меняются органы дыхания в процессе жизненного цикла лягушки?

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

##### *Основная*

1. *Дзержинский Ф. Я.* Зоология позвоночных. / Ф. Я. Дзержинский, Б. Д. Васильев, В. В. Малахов. – М.: Академия, 2013. – 465 с.
2. *Коцаев, А. Г.* Зоология позвоночных / А. Г. Коцаев, Т. А. Дауда. – М.: Лань, 2014. – 224 с.
3. *Константинов, В. М.* Зоология позвоночных / В. М. Константинов, С. П. Наумов, С. П. Шаталова. – М.: Академия, 2011, -448 с. <http://www.torrentino.com/torrents/1070270>

##### *Дополнительная*

1. *Кузнецов, Б. А.,* Курс зоологии / Б. А. Кузнецов, А. В. Чернов, Л. Н. Катанова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 398 с.
2. *Лукин, Е. И.* Зоология/ Е. И. Лукин. - М.: Высшая школа, 1981, 1989 гг. – 310 с.
3. *Новиков, Н. А.* Зоология / Н. А. Новиков, С. П. Наумов. – М.: Высшая школа, 1985.

## Лекция 9

### ГРУППА АМНИОТ. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ КЛАССОВ

Все особенности строения и развития амниот связаны с характером водного обмена и отражают приспособление к жизни и развитию в условиях дефицита влажности - характерного лимитирующего фактора в воздушной среде.

#### 9.1. Строение и функции кожных покровов

Кожа наземных позвоночных состоит из многослойного эктодермального эпидермиса и подстилающего его мезодермального кориума, или дермы. Специфической чертой амниот является то обстоятельство, что живые размножающиеся эпидермальные клетки сосредоточены лишь в особом мальпигиевом слое, прилегающем к кориуму. По мере деления клеток этого слоя ранее сформировавшиеся клетки продвигаются ближе к поверхности кожи. При этом в их цитоплазме постепенно накапливается роговое вещество - кератин. В результате наружные слои кожи сформированы полностью ороговевшими клетками, которые постоянно шелушиваются, но постоянно возобновляются из нижних слоев эпидермиса. Ороговение наружных покровов, помимо защиты от механических повреждений, существенно препятствует испарению влаги из организма.

Ороговевший слой кожи служит источником характерных для амниот покровных образований: чешуй, роговых щитков, перьев, волос.

У птиц и млекопитающих роговые структуры получают важные дополнительные функции. Перьевого покров птиц важен при полете. Перьевого и волосяного покровы выполняют функции теплоизоляции.

Большое значение для экономии расхода воды имеет то обстоятельство, что в коже амниот (за исключением млекопитающих) отсутствуют железы, выделяющие жидкий секрет.

У млекопитающих наряду с сальными железами, имеется большое количество трубчатых потовых желез, выделяющих жидкий секрет. Функция их двоякая: с одной стороны потовые железы участвуют в выделительной функции, с другой стороны, испарение пота с поверхности кожи способствует потере тепла.

#### 9.2. Водно-солевой обмен и выделительная система

Специфика водного обмена амниот определяется двумя основными факторами: у всех трех классов во взрослом состоянии функционирует не туловищная, а тазовая почка и у двух из них (пресмыкающиеся и птицы) в качестве конечного продукта азотистого обмена выступает не мочевины, а мочевины кислоты.

В индивидуальном развитии амниот последовательно функционируют три поколения почек. Вначале закладывается головная почка, которая затем сменяется туловищной. Позднее позади канальцев туловищной почки закладывается серия нефронов, образующих компактную тазовую почку, которая и представляет собой функционирующий орган выделения взрослых животных.

В структуре тазовой (метанефрической) почки полностью отсутствуют воронки, открывающиеся в полость тела, все нефроны начинаются боуменовской капсулой. Канальцы нефронов впадают в собирательные трубки, которые, объединяясь,

формируют мочеточники (рептилии, птицы). У млекопитающих собирательные трубки впадают в почечную лоханку, от которой начинается мочеточник. В обоих случаях мочеточники представляют собой новое образование, не связанное с выводными каналами головной и туловищной почек. Эти каналы - мюллеров у самок и вольфов у самцов выполняют только функции выведения половых продуктов.

Конечные продукты азотистого обмена у пресмыкающихся и птиц выводятся главным образом в виде мочевой кислоты. Мочевая кислота нерастворима в воде, поэтому для образования мочи не требуется сколько-нибудь больших количеств воды. Моча имеет вид густой суспензии.

Эволюция азотистого обмена определялась не только регуляцией баланса воды, но условиями развития зародышей. Синтез нерастворимой мочевой кислоты решает проблему интоксикации зародыша в замкнутом пространстве яйца амниот, так как кристаллы мочевой кислоты могут депонироваться в зародышевом мочевом пузыре и таким образом выключаться из метаболизма. Млекопитающие, у которых зародыш осуществляет выделение через организм матери, не были жестко связаны типом азотистого обмена. У млекопитающих для растворения мочевины необходима вода, поэтому канальцевая моча относительно мало концентрирована. Чтобы совместить это с экономией водных потерь, требуются специальные приспособления. У млекопитающих этой цели служит концентрационный аппарат, составленный так называемыми петлями Генле и идущими параллельно им собирательными трубками и кровеносными сосудами. В почечные лоханки попадает моча, концентрация которой выше концентрации плазмы крови.

Солевой обмен имеет также свою специфику. В силу малой проницаемости кожи соли поступают в организм только в составе пищи. У птиц и рептилий избыток солей выводится через почки. У млекопитающих, кроме того, некоторое их количество выделяется с потом. У пресмыкающихся и птиц помимо этого большое количество солей может выводиться специальными солевыми железами.

### **9.3. Тип развития. Зародышевые оболочки**

Одно из важнейших приспособлений к полному освоению сухопутной среды, сформировавшихся на уровне амниот, - принципиальная перестройка типа размножения и эмбрионального развития. Все амниоты размножаются на суше (кроме китообразных). Вторичноводные пресмыкающиеся для откладки яиц выходят на сушу, у некоторых из них (морские змеи) развито яйцеживорождение. У млекопитающих - живорождение. Характерно развитие без метаморфоза. Оплодотворение у всех амниот внутреннее. Пресмыкающиеся, птицы и низшие млекопитающие яйцекладущие. Строение яйца существенно отличается от анамний серией приспособлений к откладке и развитию на суше. Усложняются вторичные оболочки яйца. Наружная оболочка - скорлуповая - плотная, способствующая поддержанию формы яйца, механически защищает яйцеклетку и зародыш и обуславливает минимальные потери влаги.

Белковая оболочка содержит большое количество воды, связанной с белками в коллоидную систему. Яйцеклетка яйцекладущих амниот отличается большим запасом желтка. Поэтому дробление оплодотворенной яйцеклетки происходит лишь на одном из полюсов (он называется анимальным), в результате на массе желтка появляется однослойный зародышевый диск, соответствующий эктодерме. Энтодерма и мезодерма формируются путем миграции части клеток зародышевого диска под эктодерму. Так образуется трехслойный зародыш. Одновременно по краю зародышевого диска

обособляется складка, составленная эктодермой и мезодермой с разделяющей их полостью внутри. Эта складка разрастается вверх, охватывая зародыш и вниз, обрастая желточный мешок, покрытый до этого энтодермальной оболочкой, образующейся как вырост первичной кишки. Постепенно края этой складки срастаются, их внутренняя и наружная стенки отделяются друг от друга и формируют самостоятельные зародышевые оболочки. Зародыш оказывается полностью охваченным оболочкой, носящей название амнион. Полость ее заполнена амниотической жидкостью, продуцируемой клетками амниона. Зародыш, таким образом, проходит свое развитие, будучи полностью погружен в изотоничную жидкую среду.

Наружная зародышевая оболочка - сероза, охватывает весь зародыш вместе с амнионом и желточным мешком и прилегает к внутренней поверхности скорлупы яйца. Пространство между серозной оболочкой и зародышем заполнено жидкостью, в которой плавает зародыш, в свою очередь окруженный амнионом.

Несколько позднее вырост заднего отдела кишечника образует зародышевый мочевой пузырь - аллантоис. Аллантоис выполняет две функции. Во-первых, он представляет собой своеобразный орган выделения - в нем скапливаются кристаллы мочевой кислоты и некоторые другие продукты обмена. Во-вторых, аллантоис служит зародышевым органом дыхания - в его наружной стенке развивается сеть кровеносных капилляров, с помощью которых осуществляется газообмен с воздухом, поступающим через поры скорлупы к поверхности серозной оболочки.

У живородящих млекопитающих яйцо развивается в особом отделе половых путей самки - матке. Соответственно яйцеклетка содержит мало желтка и не покрывается скорлуповыми оболочками. Функция аллантоиса несколько изменяется: часть его наружных стенок срастается с серозой и образует зародышевую часть плаценты - хорион. Материнская часть плаценты представлена участком стенки матки - рыхлой тканью, обильно снабженной кровеносными сосудами. Объединение материнской и зародышевой частей в единую плаценту происходит путем врастания ворсинок хориона в рыхлую стенку матки. Связь обменных процессов организмов зародыша и матери осуществляется через кровеносную систему.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какие особенности строения имеют покровы тела амниот?
2. Какие функции выполняет перьевой и волосяной покровы?
3. Чем отличается строение тазовой почки от туловищной?
4. Какие механизмы позволяют экономить воду в организме млекопитающих?
5. Что является конечным продуктом азотистого обмена у рептилий и птиц?
6. Что является конечным продуктом азотистого обмена у млекопитающих и почему?
7. Чем отличается развитие амниот от анамний?
8. Какие функции выполняют зародышевые оболочки амниот?
9. Какую функцию выполняет плацента у млекопитающих?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. *Держинский Ф. Я.* Зоология позвоночных. / Ф. Я. Держинский, Б. Д. Васильев, В. В. Малахов. – М.: Академия, 2013. – 465 с.

2. *Коцаев, А. Г.* Зоология позвоночных / А. Г. Коцаев, Т. А. Дауда. – М.: Лань, 2014. – 224 с.
3. *Константинов, В. М.* Зоология позвоночных / В. М. Константинов, С. П. Наумов, С. П. Шаталова. – М.: Академия, 2011, -448 с. <http://www.torrentino.com/torrents/1070270>

*Дополнительная*

1. *Кузнецов, Б. А.*, Курс зоологии / Б. А. Кузнецов, А. В. Чернов, Л. Н. Катанова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 398 с.
2. *Лукин, Е. И.* Зоология / Е. И. Лукин. - М.: Высшая школа, 1981, 1989 гг. – 310 с.
3. *Новиков, Н. А.* Зоология / Н. А. Новиков, С. П. Наумов. – М.: Высшая школа, 1985.

## Лекция 10

### ТИП ХОРДОВЫЕ. КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ. ХАРАКТЕРИСТИКА ОТРЯДОВ

**Отряд насекомоядные.** К этому отряду относятся низшие из современных плацентарных млекопитающих (кроты, ежи, землеройки, выхухоли и др.). Это небольшие или мелкие животные с характерным вытянутым хоботком. Передний мозг небольшой, с развитыми обонятельными долями, не имеет извилин, его полушария не закрывают мозжечка, а у некоторых даже виден средний мозг. Соответственно и черепная коробка мала. Зубы слабо дифференцированы. Многие питаются насекомыми, но ряд видов может нападать на мелких позвоночных. Некоторые виды имеют промысловое значение. Ряд видов приносит пользу, уничтожая вредных насекомых. Могут причинять и вред (например, крот поедает много таких полезных животных, как дождевые черви). Количество видов—около 370.

**Отряд шерстокрылые.** Млекопитающие, приспособленные к планированию на небольшое расстояние с помощью покрытой шерстью перепонки, натянутой между шей, боком туловища, конечностями и хвостом. Сохранилось только два вида, распространенных во влажных лесах Юго-Восточной Азии. Шерстокрылые представляют интерес в том отношении, что, вероятно, от подобных животных произошли настоящие летающие млекопитающие — рукокрылые.

**Отряд рукокрылые, или летучие мыши.** Млекопитающие, приспособленные к длительному полету. Пальцы передних конечностей сильно удлинены и между ними (за исключением первого), боком тела, частью задних конечностей и хвостом натянута летательная перепонка. В связи с приспособлением к полету у летучих мышей, как и у птиц, весь скелет облегчен, кости черепа срослись, а на грудной кости развился киль, к которому прикрепляются сильные грудные мышцы. Ушные раковины хорошо развиты. Обонятельные доли велики, но передний мозг небольшой и не прикрывает мозжечка. Зубы мелкие, всех родов, верхние резцы иногда редуцируются. Многие питаются насекомыми. Значительное количество видов питаются плодами или всеядны. Несколько видов летучих мышей (в Южной Америке) прокалывают резцами кожу млекопитающих (главным образом копытных) и сосут кровь. Истреблением вредных насекомых летучие мыши приносят большую пользу. Известно около 850 видов, большинство которых обитает в теплых странах.

**Отряд зайцеобразные.** Малочисленный отряд (около 60 видов), который до недавнего времени рассматривался как подотряд грызунов. Животные небольшой (зайцы, кролики) и малой величины (пищухи, или сеноставки), как правило, с сильно развитыми ушами, длинными задними ногами и очень коротким хвостом. Растительоядные. На верхней челюсти две пары резцов:

средние — очень длинные, боковые — короткие; на нижней челюсти — только два длинных средних резца. Клыков нет, между резцами и коренными зубами большой промежуток — диастема. Резцы и остальные зубы без замкнутых корней и поэтому могут непрерывно расти, возмещая быстро стачиваемые коронки. Костное небо в виде узкого мостика между обоими рядами зубов. В передней части желудка происходит лишь брожение корма, в задней начинается его переваривание. Кишечник очень

длинный, со слепой кишкой. Очень плодовиты. Зайцы и кролики широко распространены на земном шаре. Большое значение кроликов и зайцев как мясных и шерстных объектов общеизвестно. Однако они при сильном размножении могут причинять большой вред полезным растениям, а также быть источником некоторых серьезных инфекционных заболеваний.

**Отряд грызуны.** Самый большой отряд плацентарных, насчитывающий около 2500 видов (мыши, крысы, белки, тушканчики, летяги, песчанки, хомяки, полевки, дикобразы, водосвинки, нутрии, бобры, слепыши и др.). Обитают в самых разных условиях, некоторые хорошо приспособлены к древесному образу жизни, к планирующему полету, к жизни в воде, под землей и т. д. Большинство видов — мелкие животные, но есть и довольно крупные. Очень многие живут в норах. Как правило, растительноядные, но есть и всеядные. Самый характерный признак — чрезвычайно развитые резцы (два на верхней челюсти и два на нижней), отделенные большой диастемой от коренных зубов. Клыков нет. Кишечник очень длинный. Очень плодовиты. Шкурки и мясо ряда видов используются человеком, есть виды (мышовки и др.), поедающие много насекомых. Некоторые виды причиняют большой вред, поедая полезные растения и разные пищевые продукты. Ряд видов — переносчики опаснейших заболеваний (туляремии, чумы и т. д.).

**Отряд хищные.** Сильные животные, преимущественно средних и больших размеров питающиеся, как правило, позвоночными животными. К этому отряду относятся семейства: собачьи, медвежьи, енотовые, куньи, виверровые, гиеновые, кошачьи. Передний мозг сильно развит и у многих видов покрыт бороздами. Крепкие ноги вооружены острыми когтями. Почти у всех видов семейства кошачьих когти втяжные. Клыки очень велики. Последний ложнокоренной зуб на верхней челюсти и первый коренной на нижней челюсти у большинства хищников сильно выдаются и имеют высокие и острые бугры; эти зубы, называемые хищническими, служат для разгрызания костей, сухожилий и т. д. Жевательная мускулатура очень хорошо развита, в связи с чем на черепе образовались гребни, служащие для ее прикрепления. Питаются в основном животной пищей, но даже типичные хищники едят и растения, а некоторые виды (медведи, барсуки) живут главным образом за счет растительных продуктов. Польза, приносимая хищниками, значительна: они истребляют вредных грызунов, многие виды имеют большое промысловое значение. Некоторые ценные пушные хищники (песцы, норки и др.) сейчас успешно разводятся. Человек приручил некоторых хищников.

Хищники причиняют и вред. Крупные хищники могут нападать на домашний скот и человека. Мелкие представители этого отряда могут истреблять домашних птиц. Некоторые хищники семейства собачьих являются хозяевами паразитических червей (ленточных, круглых и др.), которые живут в организме домашних животных и человека. Волки и другие хищники при укусах могут передать вирус бешенства человеку и животным. Однако, поскольку вредные хищники приносят и значительную пользу, то не может быть и речи о их полном истреблении, наоборот, во многих районах они нуждаются в охране.

Современные хищники произошли от древних хищных млекопитающих — креодонтов, впоследствии вымерших. Предками же креодонтов были примитивные насекомоядные. Количество видов — около 240.

**Отряд ластоногие.** Крупные млекопитающие, приспособленные к длительному пребыванию в воде (в морях и некоторых больших озерах) и плохо передвигающиеся на суше. К ним относятся моржи, ушастые тюлени (котики и др.) и настоящие тюлени. В связи с приспособлением к жизни в воде форма тела ластоногих обтекаемая, голова округлая, лишенная ушных раковин или с зачатками их, шерсть короткая, жесткая (у котиков—с мягким подшерстком), у взрослых моржей — совсем рудиментарная. Конечности превратились в лапы, пальцы соединены плавательной перепонкой. У моржей и ушастых тюленей задние конечности еще могут подгибаться, у тюленей же они постоянно обращены назад и расположены вдоль хвоста (короткого у ластоногих). Подкожный жировой слой очень толстый, защищает животное от воздействия низких температур (сохраняет тепло) и облегчает массу тела. У некоторых видов имеются воздушные мешки, ответвляющиеся от трахеи или даже от пищевода; они дают возможность иметь запас воздуха при нырянии и уменьшают массу тела. Передний мозг хорошо развит. Глаза большие, с шаровидным хрусталиком, что дает возможность видеть в воде. Зубная система в связи с тем, что в воде жевать нельзя, упростилась: зубы однородные, число их увеличилось, они служат только для захватывания добычи. У моржей верхние клыки превратились в мощные бивни, при помощи которых эти животные выкапывают со дна моллюсков. Питаются ластоногие рыбой и различными беспозвоночными (моллюсками и др.). Размножение происходит на суше. Ластоногие — большей частью животные стадные. Ластоногих добывают из-за мяса, жира, шкур и меха. Очень ценный мех дают котики.

**Отряд китообразные.** Крупные и гигантской величины млекопитающие, которые всю жизнь проводят в воде. В связи с этим они отличаются от сухопутных млекопитающих еще больше, чем ластоногие. Форма тела — рыбообразная, шея не выражена, голова очень велика (у больших китов длина ее превышает  $\frac{1}{3}$  длины всего тела). Передние конечности превратились в огромные лапы, в скелете которых увеличилось количество фаланг пальцев. Задние конечности, бесполезные при плавании, редуцировались—сохранились только остатки таза. Тело заканчивается мощным хвостом вторичного происхождения, который не имеет позвонков, а состоит только из мышц, соединительной ткани и жира. У многих видов на спине развивается непарный плавник. Кожа лишена волосяного покрова, за исключением отдельных волос на челюстях. Подкожный жировой слой достигает 50 см в толщину и играет ту же роль, что и у ластоногих. Скелет имеет губчатое строение, в костях много жира, что сильно уменьшает массу тела. Глаза малы, слезные железы и слезный канал отсутствуют. Ушных раковин нет, орган слуха сильно редуцирован. Носовые раковины тоже редуцированы. Головной мозг по абсолютной массе велик (у гигантских форм до 7 кг), но по отношению к массе тела мал (у синего кита это отношение равно 1:14000). Обонятельные доли отсутствуют. Носовые отверстия находятся вверху и соединяются особым каналом с гортанью, так что вода во время захвата пищи проникнуть в легкие не может.

Фонтаны, поднимающиеся из носовых отверстий у полярных китов, образуются струей выдыхаемого влажного воздуха, которая может подхватывать и брызги воды. Зубы или упрощены и однотипны у подотряда зубатых китов (кашалоты, дельфины, касатки и др.), или совсем редуцированы у подотряда беззубых, или усатых, китов (серые киты, синие киты, финвалы, сейвалы и другие).

### Вопросы для самоконтроля

1. Назовите отряды, которые входят в подкласс плацентарные класса Млекопитающие?
2. Опишите особенности строения представителей отрядов насекомоядные, грызуны, зайцеобразные?
3. Расскажите о представителях отряда хищные, ластоногие?
4. Представители какого отряда млекопитающих имеют самые большие размеры тела?
5. Представители какого отряда млекопитающих способны летать?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. *Дзержинский Ф. Я.* Зоология позвоночных. / Ф. Я. Дзержинский, Б. Д. Васильев, В. В. Малахов. – М.: Академия, 2013. – 465 с.
2. *Коцаев, А. Г.* Зоология позвоночных / А. Г. Коцаев, Т. А. Дауда. – М.: Лань, 2014. – 224 с.
3. *Константинов, В. М.* Зоология позвоночных / В. М. Константинов, С. П. Наумов, С. П. Шаталова. – М.: Академия, 2011, -448 с. <http://www.torrentino.com/torrents/1070270>

### *Дополнительная*

1. *Кузнецов, Б. А.*, Курс зоологии / Б. А. Кузнецов, А. В. Чернов, Л. Н. Катанова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 398 с.
2. *Лукин, Е. И.* Зоология / Е. И. Лукин. - М.: Высшая школа, 1981, 1989 гг. – 310 с.
3. *Новиков, Н. А.* Зоология / Н. А. Новиков, С. П. Наумов. – М.: Высшая школа, 1985.

## Лекция 11

### ЭКОЛОГИЯ КАК КОМПЛЕКС НАУК, РЕГУЛИРУЮЩИЙ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА. БИОСФЕРА И ЧЕЛОВЕК, УЧЕНИЕ В.И.ВЕРНАДСКОГО О БИОСФЕРЕ.

#### 11.1. Предмет, задачи и методы экологии

*Экология* (от греч. oikos - дом, жилище, местообитание и logos - учение) – наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и со средой их обитания.

Впервые в 1866 г. термин «экология» ввел немецкий биолог Эрнст Геккель в своей книге «Всеобщая морфология организмов».

Изначально экология развивалась как составная часть биологической науки, в тесной связи с другими естественными науками – химией, физикой, геологией, географией, почвоведением, математикой. Но в настоящее время экология распалась на ряд научных дисциплин.

Основной, традиционной, частью экологии является *общая экология (биоэкология)*. Предметом изучения общей экологии являются объекты организменного, популяционно-видового и биоценотического уровней организации живой материи в их взаимодействии с окружающей средой. В связи с этим выделяют следующие разделы общей экологии: *экология особей (аутэкология, факториальная экология)*, *экология популяций (демэкология, популяционная экология)*, *экология сообществ (синэкология)*.

**Задачи общей экологии** – изучение двусторонних связей в системах организм – среда, популяция – среда, сообщество – среда, а также связей между особями в популяции и популяциями в сообществе.

**Методы экологии** подразделяются на *полевые* (изучение жизни организмов и их сообществ в естественных условиях, т. е. длительное наблюдение в природе с помощью различной аппаратуры) и *экспериментальные* (эксперименты в стационарных лабораториях, где имеется возможность не только варьировать, но и строго контролировать влияние на живые организмы любых факторов по заданной программе). При этом экологи оперируют не только биологическими, но и современными физическими и химическими методами, используют *моделирование биологических явлений*, т. е. воспроизведение в искусственных экосистемах различных процессов, происходящих в живой природе. Посредством моделирования можно изучить поведение любой системы с целью оценки возможных последствий применения различных стратегий и методов управления ресурсами, т. е. для экологического прогнозирования.

Для изучения и прогнозирования природных процессов широко используется также метод *математического моделирования*. Такие модели экосистем строятся на основе многочисленных сведений, накопленных в полевых и лабораторных условиях. При этом правильно построенные математические модели помогают увидеть то, что трудно или невозможно проверить в эксперименте. Однако сама по себе математическая модель не может служить абсолютным доказательством правильности той или иной гипотезы, но она служит одним из путей анализа веществ.

#### 11.2. Биоэкология и ее основные законы

### **Закон минимума.**

Ю. Либих в 1840 году установил, что урожай зерна часто лимитируется не теми питательными веществами, которые требуются в больших количествах, а теми, которых нужно немного, но которых мало и в почве.

Сформулированный им закон гласил: «Веществом, находящимся в минимуме, управляется урожай и определяется величина и устойчивость последнего во времени». Впоследствии к питательным веществам добавили ряд других факторов, например температуру. Действие данного закона ограничивают два принципа. Первый: закон Либиха строго применим только в условиях стационарного состояния. Более точная формулировка: «при стационарном состоянии лимитирующим будет то вещество, доступные количества которого наиболее близки к необходимому минимуму». Второй принцип касается взаимодействия факторов. Высокая концентрация или доступность некоторого вещества может изменять потребление минимального питательного вещества. Организм иногда заменяет одно, дефицитное вещество другим, имеющимся в избытке.

### **Закон толерантности.**

Он формулируется следующим образом: отсутствие или невозможность развития экосистемы определяется не только недостатком, но и избытком любого из факторов (тепло, свет, вода). Следовательно, организмы характеризуются как экологическим минимумом, так и максимумом. Слишком много хорошего тоже плохо. Диапазон между двумя величинами составляет пределы толерантности, в которых организм нормально реагирует на влияние среды. Закон толерантности предложил В. Шелфорд в 1913 году. Можно сформулировать ряд предложений, дополняющих его:

1. Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий в отношении другого.

2. Организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены.

3. Если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то может сузиться диапазон толерантности к другим экологическим факторам.

4. В природе организмы очень часто оказываются в условиях, не соответствующих оптимальному значению того или иного фактора, определенному в лаборатории.

5. Период размножения обычно является критическим; в этот период многие факторы среды часто оказываются лимитирующими.

Живые организмы изменяют условия среды, чтобы ослабить лимитирующее влияние физических факторов. Виды с широким географическим распространением образуют адаптированные к местным условиям популяции, которые называются экотипами. Их оптимумы и пределы толерантности соответствуют местным условиям. В зависимости от того, закреплены ли экотипы генетически, можно говорить об образовании генетических рас или о простой физиологической акклиматизации.

## **11.3. Биосфера и человек. Учение В. И. Вернадского о биосфере**

**Биосфера** (от греч. bios - жизнь и sphaira - шар) - оболочка Земли, состав, структура и свойства которой в той или иной степени определяются настоящей или прошлой деятельностью живых организмов.

Термин «биосфера» был впервые введен в науку Э. Зюссом. Биосфера Зюсса - это сфера обитания живых организмов.

Тем не менее, заслуга создания целостного учения о биосфере принадлежит В. И. Вернадскому, так как именно он развил представление и живом веществе как огромной геологической (биогеохимической) силе, преобразующей свою среду обитания.

По Вернадскому, в состав биосферы входят следующие типы веществ:

**1. Живое вещество** — живые организмы, населяющие нашу планету.

**2. Косное вещество** — неживые тела, образующиеся в результате процессов, не связанных с деятельностью живых организмов (породы магматического и метаморфического происхождения, некоторые осадочные породы).

**3. Биогенное вещество** — неживые тела, образующиеся в результате деятельности живых организмов (некоторые осадочные породы: известняки, мел и др., а также нефть, газ, каменный уголь, кислород атмосферы и др.)

**4. Биокосное вещество** — биокосные тела, представляющие собой результат совместной деятельности живых организмов и геологических процессов (почва, илы, кора выветривания и др.).

**5. Радиоактивное вещество** — атомы радиоактивных элементов — уран, торий, радий и др.

**6. Рассеянные атомы** — отдельные атомы элементов, встречающиеся в природе в рассеянном состоянии (в таком состоянии часто существуют атомы микро- и ультрамикроразмеров: Mn, Zn, Au, Hg и др.).

**7. Вещество космического происхождения** — вещество, поступающее на поверхность Земли из космоса (метеориты, космическая пыль).

Биосфера имеет определённые границы. Она занимает нижнюю часть атмосферы, верхние слои литосферы и всю гидросферу. Вглубь Земли живые организмы проникают на небольшое расстояние. В литосфере распространение жизни ограничивается, прежде всего, температурой горных пород и подземных вод, которая постепенно возрастает с глубиной и на уровне 1,5-15 км превышает 100<sup>0</sup>С. Наибольшая глубина, на которой в породах земной коры были обнаружены живые бактерии, составляет 4 км. В океане жизнь распространена до более значительных глубин и встречается даже на дне океанических впадин в 10-11 км от поверхности.

Лимитирующим фактором проникновения жизни вверх является жесткое космическое излучение. На высоте 25-30 км большую часть ультрафиолетового излучения Солнца поглощает находящийся здесь относительно тонкий слой озона — озоновый экран. Если живые организмы поднимаются выше защитного слоя озона, они погибают. Несмотря на то, что споры бактерий и грибов обнаруживаются до высоты 20-22 км, основная часть аэропланктона сосредоточена в слое до 1 — 1,5 км. В горах граница распространения наземной жизни — около 6 км над уровнем моря.

Центральным звеном биосферы выступают живые организмы (живое вещество). Основные функции живого вещества.

- энергетическая (биохимическая) — связывание и запасание солнечной энергии в органическом веществе и последующее рассеяние энергии при потреблении и минерализации органического вещества. Эта функция связана с питанием, дыханием, размножением и другими процессами жизнедеятельности организмов.

- газовая — способность живых организмов изменять и поддерживать определенный газовый состав среды обитания и атмосферы в целом.

- концентрационная — «захват» из окружающей среды живыми организмами и накопление в них атомов биогенных химических элементов.

Концентрационная способность живого вещества повышает содержание атомов химических элементов в организмах по сравнению с окружающей средой на несколько порядков. Результат концентрационной деятельности живого вещества - образование залежей горючих ископаемых, известняков, рудных месторождений и т.п.

- окислительно-восстановительная - окисление и восстановление различных веществ с участием живых организмов. Под влиянием живых организмов происходит интенсивная миграция атомов элементов с переменной валентностью (Fe, Mn, S, P, N и др.), создаются их новые соединения, происходит отложение сульфидов и минеральной серы, образование сероводорода

- деструктивная - разрушение организмами и продуктами их жизнедеятельности остатков органического вещества. Биосфера - открытая система. Её существование невозможно без поступления энергии извне, а круговорот веществ обеспечивает неисчерпаемость отдельных атомов химических элементов.

В процессе фотосинтеза растениями постоянно поглощаются большие массы косного химического вещества. Поскольку запас косного химического вещества на Земле ограничен, чтобы процесс фотосинтеза не прекращался необходимо, чтобы это вещество проходило через фотосинтез по замкнутому циклу.

Образование живой материи и её разложение – это две стороны единого процесса, который называется биологическим круговоротом химических элементов. В процессе круговорота живая материя приобретает дополнительную энергию, в процессе её разложения энергия возвращается в окружающую среду. За счет биологической энергии происходят различные химические и биогеохимические реакции. Круговорот вещества характерен для экосистем любого уровня организации – от отдельного уровня организации биогеоценоза до биосферы в целом.

Химические элементы, в том числе все основные элементы протоплазмы, обычно циркулируют в биосфере по характерным путям из внешней среды в организмы и опять во внешнюю среду. Эти в большей или в меньшей степени замкнутые пути называются биогеохимическими циклами.

Выделяют два основных круговорота: большой (геологический) и малый (биотический).

Большой круговорот длится сотни тысяч или миллионы лет. Он заключается в том, что горные породы подвергаются разрушению, выветриванию, а продукты выветривания, в том числе растворимые в воде питательные вещества, сносятся потоками воды в Мировой океан. Здесь они образуют морские напластования и лишь частично возвращаются на сушу с осадками, с извлечёнными из воды организмами. Крупные медленные геотектонические изменения, процессы опускания материков и поднятия морского дна, перемещения морей и океанов в течение длительного времени приводят к тому, что эти напластования возвращаются на сушу и процесс начинается вновь. Малый круговорот, являясь частью большого, происходит на уровне биогеоценоза. Для него характерен быстрый обмен между организмами и их непосредственным окружением. Он заключается в том, что питательные вещества почвы, вода, углерод аккумулируются в веществе растений, расходуются на построение тела и жизненные процессы, как их самих, так и организмов-консументов. Продукты распада органического вещества почвенной микрофлорой и мезофауной (бактерии, грибы, черви, моллюски, насекомые, простейшие и др.) вновь разлагаются до минеральных компонентов, опять-таки доступных растениям и вновь вовлекаемых ими в поток вещества/

Большей частью миграция химических элементов на Земле осуществляется за счёт жизни. Вернадский по этому поводу писал: "Жизнь – живая материя – воистину есть одной из сверхмогущественных геохимических сил нашей планеты, а та биогенная миграция атомов, которая обусловлена ею, есть формой организованности первостепенного значения в структуре биосферы". Масштабы синтеза живой материи огромны. Вернадский подсчитал, что за время существования на Земле биосферы было синтезировано  $3.5 \cdot 10^{19}$  тонн биомассы, что почти вдвое превышает массу всей земной коры, которая составляет  $2 \cdot 10^{19}$  тонн.

#### 11.4. Ноосфера как высшая стадия эволюции биосферы

Качественно новый этап развития биосферы наступил в современную эпоху, когда деятельность человека, преобразующая поверхность Земли, по своим масштабам стала соизмеримой с геологическими процессами.

Основоположник учения о переходе биосферы на новый этап развития - В. И. Вернадский (1944), хотя сам термин «ноосфера» был предложен Э. Леруа (1927) и П. Тейяром де Шарденом (1930).

*Ноосфера* - сфера разума, высшая стадия развития биосферы, когда разумная человеческая деятельность становится главным, определяющим фактором ее развития.

По его убеждению В. И. Вернадского, биосфера вступает в новую стадию своего развития - стадию ноосферы. На этой стадии человек разумный выступает как геохимическая сила невиданного масштаба. Особенность этой силы - ее разумность.

Можно выделить ряд основных признаков перехода биосферы на новый, высший этап развития - ноосферу:

1. Возрастание количества механически извлекаемого материала земной коры.
2. Массовое потребление (сжигание) продуктов фотосинтеза прошлых геологических эпох (нефти, газа, каменного угля).
3. Рассеивание энергии, в отличие от ее накопления в биосфере до появления человека. Основным следствием является энергетическое загрязнение биосферы.
4. Образование в больших количествах веществ, ранее в биосфере отсутствовавших (чистые металлы, пластмассы и др.)
5. Создание, хотя и в ничтожно малых количествах, трансурановых химических элементов (плутония и др.). Освоение ядерной энергии за счет деления тяжелых ядер и (в обозримом будущем) термоядерной энергии за счет синтеза легких ядер атомов.
6. Расширение границ ноосферы за пределы Земли в связи с научно-техническим прогрессом.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Каковы задачи экологии?
2. Дайте определение понятию «биосфера».
3. Охарактеризуйте структуру биосферы.
4. Где проходят верхняя и нижняя границы биосферы? Какие лимитирующие факторы ограничивают распространение жизни за пределы биосферы?
5. Какие компоненты (типы вещества) биосферы выделил В.И. Вернадский?
6. Охарактеризуйте основные функции живого вещества.
7. Кто является основоположником учения о ноосфере? Что понимают под термином «ноосфера»?
8. Что является предметом изучения экологии?

9. Какие основные законы экологии Вы знаете?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. Колесников, С.И. Экология / С.И. Колесников.- М.: Академцентр, 2008.- 315 с.
2. Маринченко, А.В. Экология./ А.В. Маринченко - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2008.- 328 с.
3. Лысов, П.К. Биология с основами экологии./ П. К. Лысов.– М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
4. Пехов, А.П. Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

### *Дополнительная*

1. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, и [др]. - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2005. – 320 с.
2. Виноградова, Н.Ю. Глобальная экология / Н. Ю. Виноградова. - М.: Просвещение, 2001.- 310 с.
3. Гальперин, М.В. Общая экология: учебник / М.В. Гальперин. - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.- 336 с.
4. Ручин, А.Б. Экология популяций и сообществ./ А.Б. Ручин - М.: Академия,2008.- 352 с.
5. Степановских, А.С. Экология. /А.С. Степановских. – Курган.: Зауралье, 1997.- 612 с.
6. Шамилева, И.А. Экология: уч. пособие / И.А. Шамилева.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004.- 144 с.
7. Шилов, И.А. Экология./ И.А. Шилов.- М.: Высшая школа.,2003. – 512 с.

## Лекция 12

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАСТИЧНОСТЬ. ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ОРГАНИЗМОВ.

#### 12.1. Экологические факторы и их классификация

**Среда обитания** - это часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них определенное воздействие.

**Экологические факторы** – это отдельные элементы среды обитания, которые воздействуют на организмы. Каждая из сред обитания отличается особенностями воздействия экологических факторов.

По природе экологические факторы делят на абиотические, биотические и антропогенные.

**Абиотические факторы** – компоненты неживой природы прямо или косвенно воздействующие на организм. Их делят на следующие группы:

- *климатические факторы* (свет, температура, влажность, ветер, атмосферное давление и др.);

- *геологические факторы* (землетрясения, извержения вулканов, движение ледников, радиоактивное излучение и др.);

- *орографические факторы, или факторы рельефа* (высота местности над уровнем моря, крутизна местности – угол наклона местности к горизонту, экспозиция местности – положение местности по отношению к сторонам света и др.);

- *эдафические, или почвенно-грунтовые, факторы* (гранулометрический состав, химический состав, плотность, структура, pH и др.);

- *гидрологические факторы* (течение, соленость, давление и др.).

**Биотические факторы** – воздействие на организм других живых организмов.

В зависимости от вида воздействующего организма их разделяют на две группы:

- *внутривидовые, или гомотипические, факторы* – это влияние на организм особей этого же вида (зайца на зайца, сосны на сосну);

- *межвидовые, или гетеротипические, факторы* – это влияние на организм особей других видов (волка на зайца, сосны на берёзу).

В зависимости от принадлежности к определенному царству биотические факторы подразделяют на четыре основные группы:

- *фитогенные факторы* – это влияние на организм растений;

- *зоогенные* – влияние животных;

- *микогенные* – влияние грибов;

- *микробогенные* – влияние микроорганизмов (вирусов, бактерий, простейших).

#### 12.2. Экологическая пластичность

Факторы среды имеют количественное выражение. По отношению к каждому фактору можно выделить *зону оптимума (зону нормальной жизнедеятельности), зону пессимума (зону угнетения) и пределы выносливости организма.*

*Оптимум* – такое количество экологического фактора, при котором интенсивность жизнедеятельности организмов максимальна. В зоне пессимума жизнедеятельность

организмов угнетена. За пределами выносливости существование организмов невозможно.

Способность живых организмов переносить количественные колебания действия экологического фактора в той или иной степени называется *экологической валентностью* (*толерантностью, устойчивостью, пластичностью*). Значения экологического фактора между верхним и нижним пределами выносливости называется зоной толерантности.

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

Экологический фактор, количественное значение которого выходит за пределы выносливости вида, называется *лимитирующим (огранивающим) фактором*. Такой фактор будет ограничивать распространение вида даже в том случае, если все остальные факторы будут благоприятными.

Основные закономерности действия экологических факторов:

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

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

Комплекс факторов, под действием которых осуществляются все основные жизненные процессы организмов, включая нормальное развитие и размножение, называются *условиями жизни*. Условия, в которых размножения не происходит, называются *условиями существования*.

### 12.3. Принципы экологической классификации организмов

Экологические классификации отражают сходство, возникшее у представителей самых разных групп, если они используют сходные пути адаптации. В основу экологической классификации могут быть положены самые разнообразные критерии: способы питания, передвижения, отношение к температуре, влажности, солености среды и т.п. Разделение всех организмов на эврибионтных и стенобионтных по широте диапазона приспособления к среде – это пример простейшей экологической классификации.

Классификация по способу питания: автотрофы, которые используют для построения своего тела неорганические соединения и энергию солнечного света, и гетеротрофы, которые нуждаются в пище органического происхождения.

Классификация по функции в биогеоценозе: продуценты (автотрофы, способные синтезировать органические вещества из неорганических), консументы (гетеротрофы, потребляющие органическое вещество продуцентов или других консументов), редуценты (живут за счет мертвого органического вещества, переводя его вновь в неорганические соединения).

Есть классификации по способу добывания пищи, по местам обитания, по жизненным формам, то есть по типу внешней морфологии, отношения вида к среде. В одних случаях за основу классификации берут особенности размножения, в других –

способы передвижения или добывания пищи, приуроченность к определенным экологическим нишам.

#### 12.4. Характеристика основных экологических факторов

##### Свет

В спектре солнечного света выделяют области, различные по своему биологическому действию. *Ультрафиолетовые лучи* в небольших дозах необходимы живым организмам (бактерицидное действие, стимуляция роста и развития клеток, синтез витамина D), в больших дозах губительны из-за способности вызывать мутации. Значительная часть ультрафиолетовых лучей отражается озоновым слоем. *Видимые лучи* – основной источник жизни на Земле, дающий энергию для фотосинтеза. *Инфракрасные лучи* – основной источник тепловой энергии.

По отношению к условиям освещенности растения делят на следующие экологические группы:

- *гелиофиты (светолюбивые)* – растения, обитающие в условиях хорошего освещения; они имеют мелкие листья, сильно ветвящиеся побеги, значительное количество пигментов в листьях.

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

- *сциофиты (тенелюбивые)* – растения, плохо переносящие прямые солнечные лучи; для них характерны крупные, тонкие листья, расположенные горизонтально с меньшим количеством устьиц.

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

По отношению к продолжительности дня организмы (в основном растения) делят на *короткодневные* (обитатели низких широт) и *длиннодневные* (обитатели умеренных и высоких широт). Реакция организмов на продолжительность дня называется *фотопериодизмом*. Это очень важное приспособление, регулирующее сезонные явления у организмов (листопад, перелёты птиц).

##### Температура

От температуры окружающей среды зависит температура организмов, а, следовательно, скорость всех химических реакций, составляющих обмен веществ. В основном живые организмы способны жить при температуре от 0 до + 50 °С, что обусловлено свойствами цитоплазмы клеток. Верхним температурным пределом жизни является 120-140 °С (близкие к нему значения температуры выдерживают споры, бактерии), нижним – (- 190 - 273°С (переносят семена).

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

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

В зависимости от того, какой источник преобладает в тепловом балансе, живые организмы делят на *пойкилотермных* и *гомойотермных*.

*Пойкилотермные организмы* – организмы с непостоянной внутренней температурой тела, меняющейся в зависимости от температуры внешней среды. К ним относятся микроорганизмы, растения, беспозвоночные и низшие позвоночные животные. Температура их тела обычно на 1-2°С выше температуры окружающей среды или равна ей.

*Гомойотермные организмы* – организмы, способные поддерживать внутреннюю температуру тела на относительно постоянном уровне независимо от температуры окружающей среды. Это птицы и млекопитающие.

Среди гомойотермных организмов выделяют группу *гетеротермных организмов* – организмов, у которых периоды сохранения постоянно высокой температуры тела сменяются

периодами её понижения при впадении в спячку в неблагоприятный период года (суслики, сурки, ежи, летучие мыши).

У живых организмов различают три механизма терморегуляции. *Химическая терморегуляция* осуществляется путем изменения величины теплопродукции за счёт изменения интенсивности обмена веществ. *Физическая терморегуляция* связана с изменением величины теплоотдачи. *Этологическая (или поведенческая) терморегуляция* заключается в избегании условий с неблагоприятными температурами.

#### Вода

Среднее содержание воды в клетках большинства живых организмов составляет около 70%. Вода в клетке присутствует в двух формах: свободной (95% всей воды клетки) и связанной (4-5% связаны с белками).

Наиболее важные функции и свойства воды следующие:

- вода является лучшим растворителем, в ней растворяется большинство веществ;
- в качестве реагента вода участвует во многих химических реакциях: полимеризации, гидролиза, в процессе фотосинтеза;
- вода является термостабилизатором и терморегулятором, эта функция обусловлена такими свойствами воды, как высокая теплоёмкость, высокая теплопроводность, высокая теплота испарения;
- вода осуществляет транспортную функцию, способствуя передвижению веществ к различным частям организма и выведению ненужных продуктов из организма;
- вода выполняет структурную функцию – цитоплазма клеток содержит от 60 до 95% воды, и именно вода придает клеткам их нормальную форму.

По отношению к воде среди живых организмов выделяют следующие экологические группы: *гигрофилы (влаголюбивые)*, *ксерофилы (сухолобивые)* и *мезофилы (промежуточная группа)*.

В частности среди растений различают *гигрофитов*, *мезофитов* и *ксерофитов*.

*Гигрофиты* – растения влажных местообитаний, не переносящие водного дефицита. К ним, в частности, относятся водные растения – *гидрофиты* и *гидатофиты*. *Гидатофиты* – водные растения, целиком или большей своей частью погруженные в воду (например, кувшинка). *Гидрофиты* – водные растения, прикрепленные к грунту и погруженные в воду только нижними частями (например, тростник).

*Ксерофиты* – растения сухих местообитаний, способные переносить перегрев и обезвоживание. К ним относятся *суккуленты* и *склерофиты*. *Суккуленты* – ксерофитные растения с сочными, мясистыми листьями (например, алоэ) или стеблями (например, кактусовые), в которых развита водозапасающая ткань. *Склерофиты* – ксерофитные растения с жёсткими побегам, благодаря чему при водном дефиците у них не наблюдается внешней картины завядания (например, ковыли, саксаул).

*Мезофиты* – растения умеренно увлажненных местообитаний; промежуточная группа между гидрофитами и ксерофитами.

#### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое экологические факторы? Как их классифицируют?
2. Каковы основные закономерности действия экологических факторов?
3. Что такое лимитирующий фактор?
4. Охарактеризуйте свет как экологический фактор.
5. Охарактеризуйте температуру как экологический фактор.
6. Охарактеризуйте воду как экологический фактор
7. Какие принципы экологической классификации организмов Вы знаете?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. Колесников, С.И. Экология / С.И. Колесников.- М.: Академцентр, 2008.- 315 с.
2. Маринченко, А.В. Экология./ А.В. Маринченко - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2008.- 328 с.
3. Лысов, П.К. Биология с основами экологии./ П. К. Лысов.- М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
4. Пехов, А.П. Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

### *Дополнительная*

1. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, и [др]. - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2005. – 320 с.
2. Виноградова, Н.Ю. Глобальная экология / Н. Ю. Виноградова. - М.: Просвещение, 2001.- 310 с.
3. Гальперин, М.В. Общая экология: учебник / М.В. Гальперин. - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.- 336 с.
4. Ручин, А.Б. Экология популяций и сообществ./ А.Б. Ручин - М.: Академия,2008.- 352 с.
5. Степановских, А.С. Экология. /А.С. Степановских. – Курган.: Зауралье, 1997.- 612 с.
6. Шамилева, И.А. Экология: уч. пособие / И.А. Шамилева.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004.- 144 с.
7. Шилов, И.А. Экология./ И.А. Шилов.- М.: Высшая школа.,2003. – 512 с.

## Лекция 13

### ПОПУЛЯЦИИ, ИХ СВОЙСТВА, СТРУКТУРА

#### 13.1. Понятия вида и популяции

*Вид* - это совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, способных к скрещиванию с образованием плодovитого потомства, приспособленных к определенным условиям жизни и занимающих в природе определенную область (ареал).

*Популяция* - совокупность особей одного вида, способных к самовоспроизводству, которая длительно существует в определенной части ареала относительно обособленно от других совокупностей того же вида. Популяция является структурной единицей вида и единицей эволюции. Это объясняется тем, что уровень свободного скрещивания внутри популяции выше, чем между особями разных популяций.

*Ареал* - это пространство, на котором популяция или вид в целом встречается в течение всей своей жизнедеятельности. Ареал может быть сплошным или разорванным преградами (водными, орографическими и др.).

В зависимости от величины ареала и характера распространения различают космополитов, убиквистов, эндемиков.

*Космополиты* - виды растений и животных, представители которых встречаются на большей части обитаемых областей Земли (например, комнатная муха, серая крыса).

*Убиквисты* - виды растений и животных с широкой экологической валентностью, способные существовать в разнообразных условиях среды и имеющие, как правило, обширные ареалы (например, тростник обыкновенный, волк).

*Эндемики* - виды растений и животных, которые имеют небольшие ограниченные ареалы (часто встречаются на островах океанического происхождения, в горных районах и изолированных водоёмах).

Популяции, будучи групповыми объединениями, обладают рядом специфических свойств, которые не присущи каждой отдельной особи: численность, плотность, рождаемость, смертность, скорость роста и т.д. Кроме того, популяции свойственна определенная организация: половая, возрастная, генетическая, пространственно-этологическая.

#### 13.2. Статистические и динамические показатели популяции

Количественные показатели, характеризующие состояние популяции на данный момент времени, называются *статическими*. К ним относятся: численность, плотность, а также показатели структуры.

Количественные показатели, характеризующие процессы, протекающие в популяции за определенный промежуток времени, называются *динамическими*. К ним относятся: рождаемость, смертность, скорость роста популяции.

*Численность* - это число особей в популяции; может значительно изменяться во времени; зависит от биотического потенциала вида и внешних условий.

*Плотность* - это число особей или биомасса популяции, приходящаяся на единицу площади или объёма.

*Половая структура (половой состав)* - соотношение особей мужского и женского пола в популяции.

*Возрастная структура (возрастной состав)* - соотношение в популяции особей разных возрастных групп. *Абсолютный возрастной состав* выражает численность определенных возрастных групп в определенный момент времени. *Относительный возрастной состав* выражает долю или процент особей данной возрастной группы по отношению к общей численности популяции.

В зависимости от способности особей к размножению различают три возрастные группы: предрепродуктивную, репродуктивную, пострепродуктивную.

Возрастную структуру популяции выражают при помощи возрастных пирамид.

*Пространственно-этологическая структура* - характер распределения особей в пределах ареала.

Различают три основных типа распределения особей в пространстве: равномерное, неравномерное и случайное.

*Равномерное распределение* характеризуется равным удалением каждой особи от всех соседних. Свойственно популяциям, существующим в условиях равномерного распределения факторов среды или состоящих из особей, проявляющих друг к другу антагонизм.

*Неравномерное распределение* проявляется в образовании группировок особей, между которыми остаются большие незаселённые территории. Характерно для популяций, обитающих в условиях неравномерного распределения факторов среды или состоящих из особей, ведущих групповой (стадный) образ жизни.

*Случайное распределение* выражается в неодинаковом расстоянии между особями. Является результатом вероятностных процессов, неоднородности среды и слабых социальных связей между особями.

*Генетическая структура* - соотношение в популяции различных генотипов и аллелей. Совокупность генов всех особей популяции называют *генофондом*. На популяции всегда действуют внешние и внутренние факторы, нарушающие генетическое равновесие. Длительное и направленное изменение генетического состава популяции, её генофонда получило название элементарного эволюционного явления.

*Рождаемость (скорость рождаемости)* - число новых особей, появившихся в популяции за единицу времени в результате размножения.

Различают максимальную и фактическую рождаемость. *Максимальная рождаемость* - максимальная реализация возможности рождения при отсутствии лимитирующих факторов среды. *Фактическая рождаемость* - реальная реализация возможности рождения.

*Смертность (скорость смертности)* - число особей, погибших в популяции за единицу времени (от хищников, болезней, старости и т.д.). Смертность - величина обратная рождаемости.

Различают минимальную и фактическую смертность. *Минимальная смертность* - минимально возможная величина смертности. *Фактическая смертность* - реальная величина смертности.

*Скорость роста популяции* - изменение численности популяции за единицу времени. Скорость роста популяции может быть положительной, нулевой и отрицательной. Она зависит от показателей рождаемости, смертности и миграции.

Существуют две основные модели роста популяции: J-образная и S-образная.

J-образная модель отражает неограниченный экспоненциальный рост численности популяции, не зависящий от плотности популяции. Такой тип роста возможен пока

биотический потенциал популяции реализуется полностью. Это продолжается, пока низка конкуренция за ресурсы. Однако после превышения емкости среды (предельной плотности насыщения, предельной численности), произойдет резкое снижение численности.

S-образная модель отражает логистический тип роста, зависящего от плотности популяции, при котором скорость роста популяции снижается по мере роста численности (плотности). Скорость роста снижается вплоть до нуля при достижении предельной численности.

Популяции многих видов организмов способны к саморегуляции своей численности.

### Вопросы для самоконтроля

1. Что такое популяция? Как их классифицируют?
2. Назовите свойства, присущие популяциям как групповым объединениям.
3. В чем отличие статических и динамических показателей популяции?
4. Что такое численность и плотность популяции?
5. Охарактеризуйте основные типы структуры популяций.
6. Охарактеризуйте рождаемость, смертность и скорость роста популяции.
7. В чем отличия двух основных моделей роста популяции?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. Колесников, С.И. Экология / С.И. Колесников.- М.: Академцентр, 2008.- 315 с.
2. Маринченко, А.В. Экология./ А.В. Маринченко - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2008.- 328 с.
3. Лысов, П.К. Биология с основами экологии./ П. К Лысов.– М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
4. Пехов, А.П. Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

#### *Дополнительная*

1. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, и [др]. - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2005. – 320 с.
2. Виноградова, Н.Ю. Глобальная экология / Н. Ю. Виноградова. - М.: Просвещение, 2001.- 310 с.
3. Гальперин, М.В. Общая экология: учебник / М.В. Гальперин. - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.- 336 с.
4. Ручин, А.Б. Экология популяций и сообществ./ А.Б. Ручин - М.: Академия,2008.- 352 с.
5. Степановских, А.С. Экология. /А.С. Степановских. – Курган.: Зауралье, 1997.- 612 с.
6. Шамилева, И.А. Экология: уч. пособие / И.А. Шамилева.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004.- 144 с.
7. Шилов, И.А. Экология./ И.А. Шилов.- М.: Высшая школа.,2003. – 512 с.

## Лекция 14

### ПОНЯТИЕ О БИОЦЕНОЗЕ, ЕГО СТРУКТУРА. ОТНОШЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ В БИОЦЕНОЗАХ

#### 14.1. Структура биоценоза

*Биоценоз* - совокупность популяций разных видов, обитающих на определённой территории.

Растительный компонент биоценоза называют *фитоценозом*, животный - *зооценозом*, микробный - *микробоценозом*. Ведущим компонентом в биоценозе является фитоценоз.

Различают видовую, пространственную и экологическую структуры биоценоза.

*Видовая структура* - число видов, образующих данный биоценоз, и соотношение их численности или массы.

В сообществе различают следующие виды: доминантные, преобладающие по численности, и «второстепенные», малочисленные и редкие. Среди доминантов особо выделяют эдификаторов (строителей) - это виды, определяющие микросреду (микrokлимат) всего сообщества. Как правило, это растения.

*Пространственная структура* - распределение организмов разных видов в пространстве (по вертикали и по горизонтали). Пространственная структура формируется прежде всего растительной частью биоценоза. Различают ярусность (вертикальная структура биоценоза) и мозаичность (структура биоценоза по горизонтали).

*Экологическая структура* - соотношение организмов разных экологических групп.

Важными характеристиками структуры биоценоза являются консорция, синузия и парцелла.

*Консорция* - структурная единица биоценоза, объединяющая автотрофные и гетеротрофные организмы на основе пространственных и пищевых связей вокруг ядра. Например, отдельно стоящее дерево или группа деревьев. Биоценоз - это система связанных между собой консорций.

*Синузия* - структурная часть в вертикальном расчленении биоценоза, образованная сходными по жизненной форме видами и ограниченная в пространстве (синузия кустарников, синузия трав).

*Парцелла* - структурная часть в горизонтальном расчленении биоценоза, отличающаяся от других частей составом и свойствами компонентов. Парцеллу выделяют по ведущему элементу растительности. Например, участки широколиственных деревьев в хвойном лесу.

#### 14.2. Типы связей и взаимоотношений между организмами

Живые организмы определённым образом связаны друг с другом. Различают следующие типы связей между видами: трофические, топические, форические, фабрические.

*Трофические связи* возникают между видами, когда один вид питается другим: живыми особями, мертвыми остатками, продуктами жизнедеятельности. Трофическая связь может быть прямой и косвенной. Прямая связь проявляется при

непосредственном поедании одними особями других живых особей и их трупов. Косвенная связь возникает при конкуренции разных видов за один пищевой ресурс.

*Топические связи* проявляются в изменении одним видом условий обитания другого вида. Например, под хвойным лесом, как правило, отсутствует травянистый покров.

*Форические связи* возникают, когда один вид участвует в распространении другого вида (перенос животными семян, спор, пыльцы растений, мелких особей).

*Фабрические связи* заключаются в том, что один вид использует для своих сооружений продукты выделения, мертвые остатки или даже живых особей другого вида. Например, птицы при постройке гнёзд используют ветки деревьев, траву, пух и перья других птиц.

*Протокооперации* – взаимовыгодное, но не обязательное сосуществование организмов, пользу из которого извлекают все участники. Например, раки-отшельники и актинии. На раковине рака может поселиться коралловый полип актиния, который имеет стрекательные клетки, выделяющие яд. Актиния защищает рака от хищных рыб, а рак-отшельник, перемещаясь, способствует распространению актиний и увеличению их кормового пространства.

*Мутуализм* – взаимовыгодное сожительство, когда либо один из партнеров, либо оба не могут существовать без сожителя. Например, травоядные копытные и целлюлозоразрушающие бактерии.

*Комменсализм* – взаимоотношения, при которых один из партнеров получает пользу от сожительства, а другому присутствие первого безразлично. Различают две формы комменсализма: синойкия (квартиранство) и трофобиоз (нахлебничество). Примером трофобиоза служат взаимоотношения крупных хищников и падальщиков. Примером синойкии – взаимоотношения актиний и тропических рыбок (рыбки укрываются среди щупалец актиний).

*Конкуренция* – взаимоотношения, при которых организмы соперничают друг с другом за одни и те же ресурсы внешней среды при недостатке последних. Организмы могут конкурировать за пищевые ресурсы, полового партнера, убежище, свет.

*Паразитизм* – взаимоотношения, при которых паразит не убивает своего хозяина, а длительное время использует его как среду обитания и источник пищи. К паразитам относятся: вирусы, патогенные бактерии, грибы, простейшие, паразитические черви. Различают облигатных и факультативных паразитов. *Облигатные паразиты* ведут исключительно паразитический образ жизни и вне организма хозяина либо погибают, либо находятся в неактивном состоянии (вирусы). *Факультативные* – ведут паразитический образ жизни, но в случае необходимости могут нормально жить во внешней среде, вне организма хозяина (патогенные грибы, бактерии).

*Хищничество* – взаимоотношения, при которых один из участников умерщвляет другого и использует его в качестве пищи. Частным случаем хищничества является *каннибализм* (крысы, бурые медведи).

*Аменсализм* – взаимоотношения, при которых один организм воздействует на другой и подавляет его жизнедеятельность, а сам не испытывает никаких отрицательных влияний со стороны подавляемого. Например, ель и растения нижнего яруса. Частный случай аменсализма – *аллелопатия* – влияние одного организма на другой, при котором во внешнюю среду выделяются продукты жизнедеятельности одного организма, отравляя ее и делая непригодной для жизни другого. Например, гриб-пеницилл продуцирует вещества, подавляющие жизнедеятельность бактерий.

*Нейтрализм* – сожительство двух видов на одной территории, не имеющее для них ни положительных, ни отрицательных последствий. Например, белки и лоси не оказывают друг на друга значительный воздействия.

### Вопросы для самоконтроля

1. Из каких компонентов состоит биоценоз? Какой из них является ведущим?
2. Охарактеризуйте пространственную структуру биоценоза.
3. Какие различают типы связей между организмами? Приведите примеры.
4. Что такое консорция?
5. Что такое синузия?
6. Какие виды взаимоотношений между организмами Вам известны?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. Колесников, С.И. Экология / С.И. Колесников.- М.: Академцентр, 2008.- 315 с.
2. Маринченко, А.В. Экология./ А.В. Маринченко - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2008.- 328 с.
3. Лысов, П.К. Биология с основами экологии./ П. К. Лысов.– М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
4. Пехов, А.П. Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

#### *Дополнительная*

1. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, и [др]. - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2005. – 320 с.
2. Виноградова, Н.Ю. Глобальная экология / Н. Ю. Виноградова. - М.: Просвещение, 2001.- 310 с.
3. Гальперин, М.В. Общая экология: учебник / М.В. Гальперин. - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.- 336 с.
4. Ручин, А.Б. Экология популяций и сообществ./ А.Б. Ручин - М.: Академия,2008.- 352 с.
5. Степановских, А.С. Экология. /А.С. Степановских. – Курган.: Зауралье, 1997.- 612 с.
6. Шамилева, И.А. Экология: уч. пособие / И.А. Шамилева.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004.- 144 с.
7. Шилов, И.А. Экология./ И.А. Шилов.- М.: Высшая школа.,2003. – 512 с.

## Лекция 15

### ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОСИСТЕМАХ. ДИНАМИКА ЭКОСИСТЕМ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКОСИСТЕМ

#### 15.1. Структура и функционирование экосистем

**Биогеоценоз** – это совокупность на известном протяжении земной поверхности однородных природных явлений (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий), имеющая специфику взаимодействий слагающих ее компонентов и определенный тип обмена веществом и энергией между собой и с другими явлениями природы.

Понятие «экосистема» и «биогеоценоз» близки друг к другу, но не являются синонимами. По определению А. Тэнсли, экосистемы – это безразмерные устойчивые системы живых и неживых компонентов, в которых совершается внешний и внутренний круговорот веществ и энергии. Таким образом, экосистема – это и капля воды с ее микробным населением, и горшок с цветком, и космический пилотируемый корабль, и индустриальный город. Под определение биогеоценоза они не попадают, так как им не свойственны многие признаки этого определения. Экосистема может включать несколько биогеоценозов. Таким образом, понятие «экосистема» шире, чем «биогеоценоз», то есть любой биогеоценоз является экологической системой, но не всякая экосистема может считаться биогеоценозом, причем биогеоценозы – это сугубо наземные образования, имеющие свои четкие границы.

С точки зрения трофической структуры экосистему можно разделить на два яруса - автотрофный и гетеротрофный.

*Верхний автотрофный ярус*, или «зелёный пояс», включающий растения или их части, содержащие хлорофилл, где преобладают фиксация энергии света, использование простых неорганических соединений и накопление сложных органических соединений.

*Нижний гетеротрофный ярус*, или «коричневый пояс» почв и осадков, разлагающихся веществ, корней и т.д., в котором преобладают использование, трансформация и разложение сложных соединений.

С биологической точки зрения в составе экосистемы удобно выделить следующие компоненты:

1) *Неорганические вещества* (углекислый газ, вода, атмосферный азот и кислород, минеральные соли), включающиеся в круговороты;

2) *Органические вещества* (белки, углеводы, липиды, гумусовые вещества и др.), охватывающие биотические и абиотические части.

3) *Воздушная, водная и субстратная среда*, включающая абиотические факторы;

4) *Продуценты* - автотрофные организмы, способные производить органические вещества из неорганических, используя фотосинтез или хемосинтез (растения и автотрофные бактерии).

5) *Консументы* (макроконсументы, фаготрофы) - гетеротрофные организмы, потребляющие органическое вещество продуцентов или других консументов (животные, гетеротрофные растения, некоторые микроорганизмы). Консументы бывают первого порядка (фитофаги, сапрофаги), второго порядка (зоофаги, некрофаги) и т.д.

б) *Редуценты* (микроконсументы, деструкторы, сапротрофы, осмотрофы) - гетеротрофные организмы, питающиеся органическими остатками и разлагающие их до минеральных веществ (сапротрофные бактерии и грибы).

Питаясь друг другом, живые организмы образуют цепи питания. *Цепи питания* - последовательность организмов, по которой передаётся энергия, заключенная в пище, от её первоначального источника. Каждое звено цепи называется *трофическим уровнем*.

В сообществах пищевые цепи сложным образом переплетаются и образуют *пищевые сети*. Благодаря сложности пищевых связей выпадение какого-то одного вида части не нарушает равновесие в экосистеме.

При каждом очередном переносе большая часть потенциальной энергии (80÷90%) теряется, переходя в тепло. Поэтому чем короче пищевая цепь (чем ближе организм к её началу – солнечной энергии), тем больше количество энергии, доступной для популяции.

Пищевые цепи можно разделить на два основных типа: пастбищная цепь, которая начинается с зелёного растения и идёт далее к пасущимся растительноядным животным и к их хищникам, и детритная цепь, которая от мёртвого органического вещества идёт к микроорганизмам, а затем к детритофагам и к их хищникам.

Величины тех частей энергии чистой продукции, которые текут по двум путям, различны в экосистемах разного типа и часто варьируют по сезонам или по годам в одной и той же экосистеме. На некоторых мелководьях и на интенсивно используемых пастбищах и в степях по пастбищной цепи может идти 50% и более чистой продукции. Напротив, прибрежные марши, океаны, леса, да и большинство природных экосистем, функционируют как детритные системы; в них 90% и более процентов автотрофной продукции потребляется гетеротрофами только после того, как листья, стебли и другие части растений отмирают, подвергаются «переработке», превращаясь в диспергированное или растворённое органическое вещество, поступающее в воду, донные осадки и почву. Такое отсроченное потребление увеличивает структурную сложность, а также накопительную и буферную ёмкость экосистем.

Тесная связь пастбищной и детритной пищевых цепей приводит к тому, что при изменении уровня энергетического воздействия извне на экосистему быстро происходит переключение потоков между каналами, что позволяет поддерживать устойчивость экосистем. Не вся пища, съеденная пасущимися животными, усваивается: часть её, например через фекалии, уходит в детритную цепь.

Степень влияния травоядных животных на сообщество зависит не только от количества ассимилированной ими энергии пищи, но и от скорости изъятия живых растений. Прямое изъятие травоядными животными или человеком более 30-50% годового прироста наземной растительности уменьшает способность экосистемы сопротивляться стрессу.

В сложных природных сообществах организмы, получающие свою энергию от Солнца через одинаковое число ступеней, считаются принадлежащими к одному трофическому уровню. Так, зелёные растения занимают первый трофический уровень (уровень продуцентов), травоядные – второй (уровень первичных консументов), первичные хищники, поедающие травоядных, – третий (уровень вторичных консументов), а вторичные хищники – четвёртый (уровень третичных консументов).

При переносе энергии между трофическими уровнями часть потенциальной энергии теряется. Прежде всего, растение фиксирует лишь малую долю поступающей энергии солнечного света (около 1%). Поэтому число консументов (например, людей), которые

могут прожить при данном выходе первичной продукции, сильно зависит от длины пищевой цепи; переход к каждому следующему звену в нашей традиционной сельскохозяйственной пищевой цепи уменьшает доступную энергию примерно на порядок величины (т.е. в 10 раз).

Поэтому если в рационе увеличивается содержание мяса, то уменьшается число людей, которых можно прокормить. Может озадачить низкая эффективность природных экосистем в сравнении с высокими КПД электромоторов и других двигателей. Но на самом деле, долгоживущие, крупномасштабные экосистемы нельзя приравнивать в этом отношении к недолговечным механическим системам. Во-первых, в живых системах много «горючего» затрачивается на «ремонт» и самоподдержание, а при расчете КПД двигателей не учитываются амортизация и расходы энергии на ремонт. Во-вторых, в определенных условиях быстрый рост, который повышает потребление энергии, может иметь большее значение для выживания, чем максимальная эффективность использования энергии пищи или горючего.

Для экосистем важно понимать, что любое повышение их эффективности искусственным путём обернется увеличением затрат на ее поддержание. Всегда наступает такой предел, после которого выигрыш от роста эффективности сводится на нет ростом расходов, не говоря уже о том, что система может войти в опасное колебательное состояние, грозящее разрушением. Индустриализованные экосистемы, возможно, уже достигли такой стадии, когда увеличение расходов приводит к все меньшей отдаче.

## 15.2. Динамика экосистем

Несмотря на то, что естественная экосистема находится в состоянии подвижно-стабильного равновесия, она испытывает медленные, но постоянные изменения во времени, имеющие последовательный характер. Эти изменения в первую очередь касаются биоты, то есть входящего в состав биогеоценоза живого населения.

Такую последовательную смену одного биоценоза (биоты) другим называют сукцессией. Простейший пример сукцессии – последовательное освоение грибами, бактериями, беспозвоночными упавшего в лесу дерева.

Таким образом, развитие экосистемы, более известной под названием экологической сукцессии, состоит в изменении во времени видовой структуры и биоценологических процессов.

Сукцессия происходит в большей степени за счет конкуренции и других взаимодействий между популяциями, составляющими биоценоз, в меньшей степени – за счет изменений сообществом физической среды. Таким образом, сукцессия контролируется сообществом, несмотря на то, что физическая среда определяет характер и скорость изменения, а часто ограничивает пределы развития. В отсутствие внешних нарушающих процессов сукцессия представляет направленный и, следовательно, предсказуемый процесс. Одум в 1955 г., опираясь на сформулированный Лоткой «закон максимума энергии в биологических системах», впервые указал на то, что сукцессия связана с фундаментальным сдвигом потока энергии в сторону увеличения количества энергии, направленной на поддержание (дыхание) системы, по мере того, как накапливается биомасса и органическое вещество.

Если сукцессионные изменения определяются преимущественно внутренними взаимодействиями, то говорят об аутогенной (то есть самопорождающейся) сукцессии.

Если же на изменения регулярно воздействуют или контролируют их внешние силы среды на входе (например, штормы и пожары), то такую сукцессию называют аллогенной (порожденной извне).

Последовательность сообществ, сменяющих друг друга в данном пространстве, называют серией; относительно недолговечные переходные сообщества называют по-разному: серийными стадиями, или стадиями развития, или пионерскими стадиями. Терминальная стабилизированная экосистема известна под названием климакса, который теоретически должен быть постоянным во времени и существовать до тех пор, пока его не нарушат сильные внешние возмущения.

Сукцессия, начинающаяся на участке, который прежде не был занят (на потоке застывшей лавы, например), называется первичной сукцессией, тогда как сукцессия, начинающаяся на площади, с которой удалено прежнее сообщество (например, на лесной вырубке или заброшенном поле), называется вторичной сукцессией. Различают сукцессии зоогенные (вызванные необычно сильным воздействием животных), фитогенные, антропогенные, а также катастрофические (следствие пожаров, ветровала, загрязнение воды или атмосферы и т.д.).

### 15.3. Природные и антропогенные экосистемы

В зависимости от природных и климатических условий выделяют три группы природных экосистем: наземные, пресноводные и морские - и ряд типов природных экосистем.

В основе классификации для наземных экосистем лежит тип естественной (исходной) растительности. Размещение природных наземных экосистем по земной поверхности определяют два абиотических фактора - температура и количество осадков. Выделяют 9 типов наземных экосистем - тундра, бореальные хвойные леса, листопадный лес умеренной зоны, степь умеренной зоны, тропические злаковники и саванна, чапараль (районы с дождливой зимой и засушливым летом), пустыня, полувечнозеленый тропический лес, вечнозеленый тропический дождевой лес.

В основе классификации для водных экосистем лежат гидрологические и физические особенности. Выделяют 3 типа пресноводных экосистем - лентические (стоячие воды - озера, пруды), лотические (текучие воды - реки, ручьи), заболоченные угодья. Выделяют 4 типа морских экосистем: открытый океан, воды континентального шельфа (прибрежные воды), районы апвеллинга (плодородные районы с продуктивным рыболовством), эстуарии (проливы, устья рек, лиманы).

К основным типам антропогенных экосистем относят агроценозы и урбосистемы.

Агроценозы - искусственные экосистемы, возникающие в результате сельскохозяйственной деятельности человека (пашни, сенокосы, пастбища).

Отличия агроценозов от естественных биоценозов:

- незначительное видовое разнообразие,
- короткие цепи питания,
- неполный круговорот веществ,
- источником энергии является не только Солнце, но и деятельность человека,
- искусственный отбор,
- отсутствие саморегуляции.

Агроценозы являются неустойчивыми системами и способны существовать только при поддержке человека.

Урбосистемы - искусственные системы, возникающие в результате развития городов, и представляющие собой средоточие населения, жилых зданий, промышленных и бытовых объектов. В их составе можно выделить промышленные зоны, селитебные зоны, рекреационные зоны, транспортные системы и сооружения. Существование урбозкосистем поддерживается за счет агроэкоцистем и энергии горючих ископаемых и атомной промышленности.

### Вопросы для самоконтроля

1. Понятие о биогеоценозе.
2. Какова трофическая структура биогеоценоза?
3. Что называют пищевой цепью и пищевыми цепями?
4. Какие функциональные группы организмов выделяют в экосистеме?
5. Приведите примеры основных типов природных наземных экосистем.
6. Каковы отличия агроэкоцистем от естественных экосистем?
7. Что такое сукцессия?
8. Какие виды сукцессий встречаются в природе?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. Колесников, С.И. Экология / С.И. Колесников.- М.: Академцентр, 2008.- 315 с.
2. Маринченко, А.В. Экология./ А.В. Маринченко - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2008.- 328 с.
3. Лысов, П.К. Биология с основами экологии./ П. К. Лысов.- М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
4. Пехов, А.П. Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

#### *Дополнительная*

1. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, и [др]. - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2005. – 320 с.
2. Виноградова, Н.Ю. Глобальная экология / Н. Ю. Виноградова. - М.: Просвещение, 2001.- 310 с.
3. Гальперин, М.В. Общая экология: учебник / М.В. Гальперин. - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.- 336 с.
4. Ручин, А.Б. Экология популяций и сообществ./ А.Б. Ручин - М.: Академия,2008.- 352 с.
5. Степановских, А.С. Экология. /А.С. Степановских. – Курган.: Зауралье, 1997.- 612 с.
6. Шамилева, И.А. Экология: уч. пособие / И.А. Шамилева.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004.- 144 с.
7. Шилов, И.А. Экология./ И.А. Шилов.- М.: Высшая школа.,2003. – 512 с.

## Лекция 16

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. ПОЧВА КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ И ПРИРОДНЫЙ РЕСУРС

#### 16.1. Предмет и задачи природопользования и охраны природы

Под природопользованием, с одной стороны, понимают практическую деятельность человека, с другой стороны - науку.

*Природопользование (как практическая деятельность человека)* - использование природных ресурсов в целях удовлетворения материальных и культурных потребностей общества.

*Природопользование (как наука)* - область знаний, разрабатывающая принципы рационального природопользования.

*Охрана природы* - система международных, государственных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство и охрану природных ресурсов, и улучшение состояния природной среды в интересах удовлетворения материальных и культурных потребностей как существующих, так и будущих поколений людей.

Рациональное природопользование и охрана природы очень тесно связаны между собой. Это видно уже из определений этих понятий. Поэтому в одних случаях охрану природы рассматривают как составную часть природопользования, в других, эти понятия не различают. Это зависит от того, что в конкретном случае подразумевают под природопользованием.

Задачи природопользования как науки сводятся к разработке общих принципов осуществления всякой деятельности, связанной либо с непосредственным использованием природой и ее ресурсами, либо с изменяющими ее воздействиями.

Выделяют следующие цели природопользования как науки:

- рациональное размещение отраслей производства на Земле;
- определение целесообразных направлений пользования природными ресурсами в зависимости от их свойств,
  - рациональная организация взаимоотношений между отраслями производства при совместном пользовании угодьями (исключение вредных влияний на природные ресурсы, обеспечение воспроизводства для растущих производств - расширение воспроизводства используемых ресурсов, комплексность пользования природными ресурсами);
  - создание здоровой среды обитания для людей и полезных им организмов (предупреждение ее загрязнения и заражения в результате человеческой деятельности, ликвидация естественно существующих в ней вредных компонентов и недостаточностей),
  - рациональное преобразование природы.

#### 16.2. Правила рационального природопользования и охраны природы

В зависимости от последствий хозяйственной деятельности человека различают природопользование рациональное и нерациональное.

*Рациональное природопользование* - хозяйственная деятельность человека, обеспечивающая экономное использование природных ресурсов и условий, их охрану и воспроизводство с учетом не только настоящих, но и будущих интересов общества.

*Конечная цель рационального природопользования и охраны природы* - обеспечение благоприятных условий для жизни человека, развития хозяйства, науки, культуры и т.д., для удовлетворения материальных и культурных потребностей всего человеческого общества.

Рациональное природопользование и охрана природы должны основываться на следующих правилах (принципах):

1. *Правило прогнозирования*: использование и охрана природных ресурсов должны осуществляться на основе предвидения и максимально возможного предотвращения негативных последствий природопользования.

2. *Правило повышения интенсивности освоения природных ресурсов*: использование природных ресурсов должно производиться на основе повышения интенсивности освоения природных ресурсов, в частности с уменьшением или устранением потерь полезных ископаемых при их добыче, транспортировке, обогащении и переработке.

3. *Правило множественного значения объектов и явлений природы*: использование и охрана природных ресурсов должны осуществляться с учетом интересов разных отраслей хозяйства.

4. *Правило комплексности*: использование природных ресурсов должно реализовываться комплексно, разными отраслями народного хозяйства.

5. *Правило региональности*: использование и охрана природных ресурсов должны осуществляться с учетом местных условий.

6. *Правила косвенного использования и охраны*: использование или охрана одного объекта природы может приводить к косвенной охране другого, а может приносить ему вред.

7. *Правило единства использования и охраны природы*: охрана природы должна осуществляться в процессе ее использования. Охрана природы не должна быть самоцелью

8. *Правило приоритета охраны природы над ее использованием*: при использовании природных ресурсов должен соблюдаться приоритет экологической безопасности над экономической выгодностью.

### **16.3. Природные ресурсы, их классификация**

Природные ресурсы являются первоисточником и исходной ос новой развития человеческой цивилизации. Человек может получать необходимые для своего существования ресурсы только из природной среды. Развитие технологии серьезно изменяет направления, формы и масштабы использования природных ресурсов. Люди своим трудом создают материальные блага, производные от природных ресурсов. Но первоисточником современного материального потенциала человеческого общества все равно остаются природные биологические и минеральные ресурсы земли. К природным ресурсам относятся природные объекты и явления (тела и силы природы), используемые для прямого и непрямого потребления, способствующие созданию материальных богатств, воспроизводству трудовых ресурсов, поддержанию условий существования человека и повышению качества жизни людей. Природные ресурсы могут быть использованы в качестве:

- средств труда (земля, водные пути, вода для орошения);
- источников энергии (запасы горючих полезных ископаемых, гидроэнергия, геотермальная энергия, атомное топливо и т.д.);
- сырья и материалов (минералы, древесина, вода, используемая для технических нужд);
- предметов потребления (питьевая вода, лечебные грязи и минеральные воды, дикорастущие растения, грибы, животные, водные биоресурсы и т.д.);
- мест отдыха и лечения;
- объектов научного изучения (материалы для фармацевтики, косметологии; генетические ресурсы, используемые в селекции т.д.);
- ресурсов, оказывающих экосистемные услуги и поддерживающие экологический баланс и приемлемое качество окружающей среды (предотвращение эрозии, смягчение климата, регулирование водного режима и т.д.)

Природные ресурсы подразделяются на:

- возобновимые ;
- невозобновимые ;
- условно возобновимые .

К возобновимым относятся биологические ресурсы, основными видами которых являются:

- растительные ресурсы, к которым относятся лес или лесные насаждения, используемые для получения древесины и другой продукции; дикорастущие пищевые, лекарственные и технические растения (грибы, ягоды, орехи, травы и т.д.);
- наземные животные (охотничьи и промысловые животные);
- водные организмы (рыба, морепродукты, морской зверь);
- генетические ресурсы, (генетический материал, получаемый от диких форм животных и растений и используемый в медицине производстве натуральных пестицидов, селекции растений и животных в сельском хозяйстве);
- поверхностные воды.

К невозобновимым ресурсам относятся полезные ископаемые, которые подразделяются на:

- топливно-энергетическое сырье (нефть, уголь, газ, уран);
- черные, легирующие и тугоплавкие металлы (руды железа, марганца, хрома, никеля, кобальта, вольфрама и др.);
- цветные металлы (руды алюминия, меди, свинца, цинка, ртути и др.);
- благородные металлы (золото, серебро, платиноиды);
- химическое и агрономическое сырье (калийные соли, фосфориты, апатиты и др.);
- техническое сырье (алмазы, асбест, графит и др.), флюсы и огнеупоры, цементное сырье;

• строительные материалы (глина, гравий, песок). Последнюю категорию минеральных ресурсов называют общераспространенными полезными ископаемыми.

К условно возобновимым относятся ресурсы почв, иногда отождествляемые с земельными ресурсами, ресурсы подземных вод. Земля считается условно возобновимым природным ресурсом, поскольку почва, являющаяся основой ее плодородия, может самовоспроизводиться, но период ее образования длится сотни и тысячи лет.

#### **16.4. Почва как среда обитания и природный ресурс**

Почва по определению Докучаева - наружный слой горных пород, измененный под влиянием воды, воздуха и различных организмов.

Почвообразующие факторы: различают 6 почвообразующих факторов.

Первым почвообразующим фактором является материнская порода, она подразделяется на три вида: магматические породы, метаморфические породы, осадочные породы.

Второй почвообразующий фактор - возраст почвы. Чем раньше начался процесс почвообразования, тем толще слой почвы.

Рельеф поверхности. На горных склонах происходит сползание почвенного слоя.

Климат.

Почвенные организмы. От набора и количества организмов зависит как количество почвы, так и ее качество.

Деятельность человека. В результате жизнедеятельности человека, работы транспорта, промышленности почва становится причиной изменений в состоянии здоровья человека.

В настоящее время почва рассматривается как саморазвивающаяся система, обеспечивающая круговорот веществ в природе. В почве происходит обезвреживание всех видов отходов (функция самоочищения почвы).

К физическим свойствам почвы относятся:

1. Пористость (зависит от величины и формы зерен) крупнозернистые почвы содержат мало пор, примерно до 25% на песке или гравии, а на черноземе пористость достигает 85%, на глинистой почве пористость составляет 40-45%.

2. Капиллярность почвы. Способность почвы поднимать влагу. Капиллярность выше у мелкозернистых почв.

3 Влагоемкость почвы - то есть способность почвы удерживать влагу:

высокую влажность будет иметь чернозем, меньше подзолистая и еще меньше песчаная почва.

4. Гигроскопичность почвы - это способность притягивать водяные пары из воздуха. Минимальной гигроскопичностью обладают крупнозернистые почвы, свободные от загрязнений.

5 Почвенный воздух. Он заполняет поры между частицами почвы, находясь в непосредственном контакте с атмосферным воздухом, отличается по составу от атмосферного. Если в атмосферном воздухе содержание кислорода достигает 21%, то в почвенном воздухе содержание кислорода значительно меньше - 18-19%.

6. Почвенная влага - существует в химически связанном, в жидком и газообразном состоянии. Влага почвы оказывает влияние на микроклимат и на выживание микроорганизмов в почве.

7 Химический состав почвы. В почве могут содержаться все химические элементы. Земля – один из компонентов окружающей среды, важнейший природный ресурс, на протяжении всей истории используемый для удовлетворения различных потребностей.

Издrevле человек вел на земле сельское хозяйство, размещал жилые и производственные объекты, получал через нее доступ к другим природным объектам – лесам, недрам.

Почва представляет собой основной источник продовольствия, обеспечивающий 95-97% продовольственных ресурсов для населения планеты.

И в современный период в условиях научно-технического прогресса земля не потеряла ни одного из своих назначений. Наука и производство, достигнув успехов в освоении природы, все же не нашли замены земле. Более того, в последние годы появилось особое понимание ценности земель и земельных ресурсов как незаменимого

элемента единого мира природы, участвующего в поддержании необходимого для жизни человека экологического баланса.

Вместе с этим возникли опасения сохранения устойчивой способности земель отвечать общественным потребностям. Существует предположение, что в дальнейшем общество может не только не утратить потребности в использовании земель, но и в своем развитии создаст угрозу исчезновения земельных ресурсов.

Отсюда возникает необходимость обеспечить такой порядок, при котором хозяйственное использование земель, удовлетворение иных общественных интересов не будут приводить к потере полезных свойств земель, их деградации, сокращению площадей и, как следствие, вызывать опасные социальные и экономические последствия и угрозу устойчивому развитию общества.

Среди негативных последствий использования земельных ресурсов на первых местах стоит уменьшение плодородия (уменьшение гумусного слоя), опустынивание, эрозия почв, загрязнение почв.

Опустынивание — процесс, как и эрозия, ускорившийся в новейшее время по вине человека. Общая площадь антропогенных пустынь мира составляет более 9 млн км<sup>2</sup> (т. е. равна площади США). И еще 19% суши находится на грани опустынивания. Возрастающее опустынивание в мире представляет одну из самых больших проблем для окружающей среды и откладывает борьбу с бедностью, говорится в докладе ООН. Опустынивание определяется как разрушение засушливых и полусушливых земель в результате климатических изменений и деятельности человека и «числится среди основных опасностей для окружающей среды всей планеты и общества», - подчеркивает документ созданный в рамках проекта эволюции экосистемы на грани тысячелетия, возглавляемого ООН. Опустынивание становится глобальной проблемой, которая затрагивает всех и которой уделяется слишком мало внимания. Это явление может оказать воздействие на два миллиарда человек, живущих в засушливых и полусушливых зонах.

Деградация почв - это процесс постепенного снижения плодородия почвы, происходящего по различным причинам. Попытки оценить состояние почвы - основы основ существования человечества - предпринимаются последние три десятилетия в рамках программы, которая называется "Глобальные Оценки Деградации Почв". Эти оценки базируются на экспертных заключениях специалистов. В 2008 году Программа сообщила, что в процессе деградации находится 15% почв. Новое исследование на эту тему опубликовано неправительственным фондом ISRIC - World Soil Information и дало намного более негативные результаты. Основой этого метода оценки стал анализ спутниковых фотографий поверхности земли за период с 1981 по 2003 год. Как оказалось, в состоянии деградации ныне находятся 24% почв. Авторы исследования, которое опубликовано журналом Soil Use and Management, утверждают, что причиной этого процесса является неразумное использование сельскохозяйственных земель и различные природные процессы.

Эрозия почв (лат. Erosio – разъедание) – процесс разрушения и сноса верхних, обладающих самым большим плодородием слоев почвы. Различают естественную и ускоренную (антропогенную) эрозии почв. Естественная эрозия протекает очень медленно, и в ходе ее плодородие почв не снижается. Ускоренная эрозия почв вызвана нерациональной хозяйственной деятельностью человека, в результате которой активизируются и усиливаются естественные эрозии (неправильная обработка и орошение почвы, чрезмерное внесение в нее удобрений, бесконтрольный выпас скота, вырубка лесов, осушение болот и т.п.) Существует два основных вида эрозии почв:

ветровая и водная эрозии. Ветровая эрозия (дефляция) почв – выдувание и перенос мельчайших почвенных частиц ветром. Наиболее сильные и продолжительные ветра перерастают в пыльные (черные) бури. За несколько дней они способны полностью снести верхний плодородный слой почвы мощностью до 30см. Пыльные бури загрязняют водоемы, атмосферу, негативно влияют на человеческое здоровье. Сейчас самым большим источником пыли являются высохшие земли Аральского моря. Водная эрозия почв – разрушение и смыв почвы под действием водных потоков.

Экологический ущерб от водной эрозии огромен. Вода, стекая, образует промоины и овраги, вымывает из земли органические и минеральные вещества. Это приводит к потере плодородия почвы, образованию оврагов. В оврагах невозможна никакая сельскохозяйственная деятельность.

Загрязнение почв — вид антропогенной деградации почв, при которой содержание химических веществ в почвах, подверженных антропогенному воздействию, превышает природный региональный фоновый уровень их содержания в почвах.

Существует целый комплекс мероприятий по повышению эффективности использования земель. Это повышение общей культуры земледелия, совершенствование структуры (состава) посевных площадей сельскохозяйственных культур, борьба с вредителями, болезнями и сорняками, совершенствование агротехники возделывания культур, рациональное и разумное использование сельскохозяйственной техники. В целях сохранения и повышения плодородия почв важное значение имеет широкое внесение органических и минеральных удобрений, особенно первых ; посев многолетних трав, особенно бобовых. Важное значение имеет применение особых способов посева – полосного, кулисного и пожнивных посевов. В целях защиты почв от водной эрозии используются глубокая вспашка, разные способы регулирования снеготаяния – посев кулис, прикатывание снега, валкование и другие. Полезными мероприятиями по повышению плодородия на кислых почвах являются известкование, на соленых – гипсование. Для борьбы с ветровой эрозией обязательна плоскорезная обработка почвы вместо вспашки, оставление стерни, полосное размещение культур, широкое применение многолетних трав, залужение сильно эродированных земель. В последнее время за рубежом, до определенного времени и в нашей стране находит применение, так называемое, альтернативное земледелие, иначе называемое органическим или биологическим. Сущность альтернативного земледелия, в отличие от традиционного (химического или технологического) заключается в полном или частичном отказе от минеральных (синтетических) удобрений, ядохимикатов, регуляторов роста растений. Альтернативное земледелие – это целостный подход, агротехнические мероприятия в нем рассматриваются в комплексе со всеми возможными последствиями для почвы, флоры и фауны.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Каковы задачи и цели природопользования?
2. Каковы правила рационального природопользования?
3. Что такое природные ресурсы, их классификация?
4. Какие почвообразующие факторы Вам известны?
5. Назовите физические свойства почвы.
6. Каковы негативные последствия использования земельных ресурсов?
7. Какие мероприятия применяются для повышения эффективности использования земель?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. Колесников, С.И. Экология / С.И. Колесников.- М.: Академцентр, 2008.- 315 с.
2. Маринченко, А.В. Экология./ А.В. Маринченко - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2008.- 328 с.
3. Лысов, П.К. Биология с основами экологии./ П. К. Лысов.- М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
4. Пехов, А.П. Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

### *Дополнительная*

1. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, и [др]. - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2005. – 320 с.
2. Виноградова, Н.Ю. Глобальная экология / Н. Ю. Виноградова. - М.: Просвещение, 2001.- 310 с.
3. Гальперин, М.В. Общая экология: учебник / М.В. Гальперин. - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.- 336 с.
4. Ручин, А.Б. Экология популяций и сообществ./ А.Б. Ручин - М.: Академия,2008.- 352 с.
5. Степановских, А.С. Экология. /А.С. Степановских. – Курган.: Зауралье, 1997.- 612 с.
6. Шамилева, И.А. Экология: уч. пособие / И.А. Шамилева.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004.- 144 с.
7. Шилов, И.А. Экология./ И.А. Шилов.- М.: Высшая школа.,2003. – 512 с.

## Лекция 17

# ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ. ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА

### 17.1. Роль воды в природе и жизни человека

Вода - единственное вещество, которое в природе присутствует в жидком, твердом и газообразном состояниях. Значение жидкой воды существенно меняется в зависимости от местонахождения и возможностей применения. Пресная вода шире используется, чем соленая. Свыше 97% всей воды сосредоточено в океанах и внутренних морях. Еще ок. 2% приходится на долю пресных вод, заключенных в покровных и горных ледниках, и лишь менее 1% - на долю пресных вод озер и рек, подземных и грунтовых. Вода, самое распространенное соединение на Земле, обладает уникальными химическими и физическими свойствами. Поскольку она легко растворяет минеральные соли, живые организмы вместе с ней поглощают питательные вещества без каких-либо существенных изменений собственного химического состава. Таким образом, вода необходима для нормальной жизнедеятельности всех живых организмов. Водопотребление повсюду быстро растет, однако не только из-за увеличения численности населения, а также вследствие урбанизации, индустриализации и в особенности развития сельскохозяйственного производства, в частности орошаемого земледелия.

### 17.2. Водное законодательство

Водное законодательство включает Водный кодекс Российской Федерации и принимаемые в соответствии с ним федеративные законы и иные нормативные правовые акты, а также законы и иные нормативные правовые акты субъектов РФ (республик, краев, областей). Целью водного законодательства является регулирование отношений в области использования и охраны водных объектов. При этом использование водных объектов для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения является приоритетным. Для указанного вида водоснабжения необходимо использовать защищенные от засорения и загрязнения поверхностные и подземные водные объекты. На всех водопользователей в законодательном порядке возлагается обязанность сокращать изъятия и потери воды, не допускать засорения, истощения и загрязнения водных объектов. Запрещен сброс сточных вод (СВ) в водные объекты, если последние отнесены к особо охраняемым, содержат природные лечебные ресурсы, находятся в местах массового отдыха населения или курортных зонах, а также в местах нереста и зимовки ценных видов рыб и т.п.

### 17.3. Государственный мониторинг водных объектов

Главную роль в охране вод играет государственный учет поверхностных и подземных вод, который осуществляется в целях текущего и перспективного планирования рационального использования водных ресурсов, их восстановления и охраны. В его основе лежат данные государственного мониторинга и данные учета, которые предоставляются водопользователями. Своды систематизированных данных о водных объектах, водных ресурсах, режиме, качестве и использовании вод, а также о водопользователях включаются в водный кадастр.

Государственный мониторинг водных объектов, являясь составной частью системы государственного мониторинга окружающей природной среды, включает мониторинг поверхностных водных объектов суши и морей, мониторинг подземных водных объектов, мониторинг водохозяйственных систем и сооружений.

Он предусматривает: 1) постоянные наблюдения за их состоянием качественными и количественными показателями как поверхностных, так и подземных вод; 2) сбор, хранение и обработку данных наблюдений; 3) создание и ведение банков данных; 4) оценку, составление прогнозов изменения состояния водных объектов и передачу соответствующей информации правительственным органам Федерации и ее субъектов.

Государственный мониторинг водных объектов осуществляет Министерство природных ресурсов (МПР), Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) и другие специально уполномоченные государственные органы в области охраны окружающей среды. МПР РФ отвечает за развитие сети станций и постов наблюдения на водных объектах, разработку автоматизированных информационных систем (АИС) по ведению государственного мониторинга водных объектов, создание наблюдательной сети постов на водохозяйственных системах и сооружениях. Росгидромет ведет наблюдение за загрязнением поверхностных вод суши, охватывая при этом 154 водоема и 1172 водотока, на которых исследуются гидрохимические показатели. Санитарно-эпидемиологическая служба России отвечает за санитарную охрану водоемов. Она располагает 2600 санитарно-эпидемиологическими учреждениями, 35 научно-исследовательскими учреждениями гигиенического и эпидемиологического профиля. Кроме того, имеется сеть санитарных лабораторий на предприятиях, занятых изучением состава сточных вод и качества воды водоемов. В настоящее время большое внимание уделяется развертыванию сети автоматизированных станций, которые способны измерять и контролировать изменение десятков показателей качества воды, причем весьма быстро.

#### **17.4. Охрана поверхностных вод**

К поверхностным относятся воды, постоянно или временно находящиеся на земной поверхности. Это воды рек, временных водотоков, озер, водохранилищ, прудов, водоемов, болот, ледников и снежного покрова. Меры по их охране предусмотрены в Правилах охраны поверхностных вод, утвержденных Госкомприроды СССР от 21.02.91. Особое внимание в них уделено охране водных объектов при сбросе в них сточных вод. Поверхностные воды охраняются от засорения, истощения и загрязнения. Для предупреждения засорения осуществляют мероприятия, которые исключают попадание в них мусора, твердых отходов и других предметов, отрицательно воздействующих на качество вод и условия обитания гидробионтов. Строгий контроль за минимально допустимым стоком вод, ограничение их нерационального потребления способствуют защите поверхностных вод от истощения. Весьма важной и притом сложной проблемой является защита поверхностных вод от загрязнения. С этой целью предусматривается ряд мероприятий, в частности: мониторинг водных объектов; создание водоохраных зон; развитие безотходных и безводных технологий, а также систем оборотного (замкнутого) водоснабжения; очистка сточных вод (промышленных, коммунально-бытовых и других); очистка и обеззараживание поверхностных и подземных вод, используемых для питьевого водоснабжения и других целей.

Для поддержания водных объектов в состоянии, которое соответствует экологическим требованиям, исключает загрязнение, засорение и истощение поверхностных вод и сохраняет среду обитания животных и растений, организуют водоохранные зоны. Ими являются территории, примыкающие к акватории рек, водохранилищ и других поверхностных водных объектов; на них устанавливается специальный режим использования и охраны природных ресурсов, а также осуществления иной деятельности. В пределах указанных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, где не разрешается распахивать землю, рубить лес, размещать фермы, и т.п.

Несмотря на неуклонный рост потребления воды из-за быстрого увеличения численности народонаселения, главной проблемой стала не нехватка питьевой воды в большинстве стран мира, а прогрессирующее загрязнение рек, озер и подземных вод. Значительный рост промышленности привел к резкому увеличению объемов технических отходов, сбрасываемых в виде неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод в водоемы. В настоящее время загрязнение воды в бассейнах крупных рек практически на всей территории России достигло критических показателей. Так, крупнейшая река Обь с притоками транспортирует ежегодно более 500 млн. кубометров сточных вод. Еще более загрязнена главная водная артерия европейской части России – Волга. Некоторые реки практически превращены в сточные каналы. Выносами рек загрязнены прибрежные воды морей. По данным Всемирной организации здравоохранения, в речных водах содержатся тысячи органических веществ.

**Источники загрязнения водоемов.** Основными источниками загрязнения водоемов являются:

- 1) атмосферные осадки, содержащие загрязняющие вещества промышленного происхождения, которые вымываются из атмосферы;
- 2) городские сточные воды (бытовые, канализационные стоки, содержащие вредные для здоровья синтетические моющие средства и др.);
- 3) промышленные сточные воды;
- 4) сельскохозяйственные сточные воды (отходы животноводческих комплексов, смыв с полей удобрений и пестицидов дождями и весенними талыми водами и др.).

Наиболее значимую долю загрязнения водоемов составляют промышленные сточные воды, половина объема которых (по данным отечественных природоохранных служб) сбрасывается в водоемы без очистки, а большая часть второй половины – в недостаточно очищенном виде. Поэтому почти все реки загрязнены нефтепродуктами, тяжелыми металлами, органическими и минеральными соединениями. Сельскохозяйственные сточные воды несут в реки и озера огромное количество удобрений и пестицидов. Сброс сточных вод в водоемы сопровождается накоплением загрязняющих веществ в донных осадках в больших концентрациях, что может приводить к резкому повышению уровня загрязнения в паводковых водах и к вторичному загрязнению, связанному с образованием новых (часто более вредных, чем исходные) химических соединений.

В каждой стране имеется своя специфика в номенклатуре загрязняющих водные системы веществ. Так, в Японии со сточными водами в водоемы в большом количестве попадают соединения ртути, меди, цинка, хлора, пестициды. В Финляндии почти 90% загрязняющих веществ поступает в водоемы со сточными водами от предприятий лесохимической промышленности и предприятий по производству удобрений. В США

реки и прибрежные воды морей и океанов загрязнены нефтепродуктами и тяжелыми металлами; сильно загрязнена также система Великих озер.

Очень опасны как для человека, так и биоты природных экосистем поступающие с бытовыми стоками синтетические моющие средства, которые благодаря вспениванию препятствуют поступлению кислорода в воду. Экологически опасны не только токсичные вещества, содержащиеся в сточных водах. Мелкодисперсные волокна, выбрасываемые предприятиями по производству строительных и других материалов, способны забивать дыхательные системы водных организмов и вызывать их гибель.

Большую опасность для экосистем водоемов со стоячей водой представляет накопление в них органики, поступающей с сельскохозяйственными (и особенно животноводческими) стоками, содержащими биогенные элементы, в том числе азот и фосфор. В результате в водоеме развивается процесс *эвтрофикации*, т.е. повышения биологической продуктивности водных объектов вследствие накопления биогенных элементов, сопровождающейся так называемым цветением воды из-за массового размножения фитопланктона, сине-зеленых водорослей и высших водных растений. В результате вода становится непригодной для жизни.

### **17.5. Подготовка воды для питьевых целей.**

Важнейших среди водоохраных проблем является разработка эффективных с эколого-гигиенических позиций методов подготовки поверхностных вод для питьевых целей. Загрязнение природных источников питьевого водоснабжения при недостаточной эффективности работы водоочистных сооружений влечет за собой ухудшение качества подаваемой потребителям питьевой воды и создает опасность для здоровья населения во многих регионах России, обуславливает высокий уровень заболеваемости кишечными инфекциями, гепатитом, увеличивает степень риска воздействия на организм человека канцерогенных и мутагенных факторов. Более 100 лет метод обеззараживания воды хлором является в России наиболее распространенным способом борьбы с загрязнением. В последние годы было установлено, что хлорирование воды представляет серьезную угрозу для здоровья людей, поскольку попутно образуются крайне вредные хлорорганические соединения и диоксины. Добиться снижения концентрации указанных веществ в питьевой воде можно путем замены хлорирования на озонирование или обработку УФ-лучами. Эти прогрессивные методы широко внедряются на станциях водоподготовки многих стран Западной Европы и США. На ряде отечественных станций водоподготовки на заключительной стадии используют сорбционные процессы с применением активированных углей (адсорбентов), которые эффективно извлекают из воды нефтепродукты, СПАВ, пестициды, хлорорганические и другие соединения, в том числе и обладающих канцерогенными свойствами.

### **17.6. Государственный контроль за использованием и охраной водных ресурсов**

В 1997 г. правительство России утвердило «Положение об осуществлении государственного контроля за использованием и охраной водных объектов», в соответствии с которым указанный контроль осуществляют Министерство природных ресурсов (МПР), отделы государственного контроля за использованием и охраной водных объектов территориальных органов (бассейновых органов, которые функционируют на территории субъекта Российской Федерации).

Основной задачей МПР является осуществление государственного контроля за соблюдением требований водного законодательства России, стандартов, нормативов, правил и иных правовых актов, имеющих обязательную силу для всех пользователей водными объектами при проведении ими всех видов работ, связанных с использованием и охраной водных объектов, в том числе внутренних морских вод и территориального моря РФ.

Вместе с органами Госсанэпиднадзора Министерство осуществляет государственный контроль за изучением, использованием и охраной подземных водных объектов, а совместно с органами федерального горного промышленного надзора — водных объектов, содержащих природные лечебные ресурсы.

### Вопросы для самоконтроля

1. Охарактеризуйте роль, которую играет законодательство в комплексном использовании и охране водных ресурсов?
2. Что такое мониторинг водных объектов и кто его проводит?
3. Перечислите мероприятия по охране поверхностных вод.
4. Для чего установлены водоохранные зоны? Какую роль играют водоохранные лесные насаждения?
5. Перечислите мероприятия проводимые с целью борьбы с истощением и загрязнением подземных вод.
6. Почему хлорирование питьевой воды является опасным для потребителей? Какие альтернативные хлорированию методы обеззараживания вод вы знаете?
7. Кто осуществляет государственный контроль за использованием и охраной водных объектов?

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

#### *Основная*

1. Колесников, С.И. Экология / С.И. Колесников.- М.: Академцентр, 2008.- 315 с.
2. Маринченко, А.В. Экология./ А.В. Маринченко - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2008.- 328 с.
3. Лысов, П.К. Биология с основами экологии./ П. К. Лысов.- М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
4. Пехов, А.П. Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

#### *Дополнительная*

1. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, и [др]. - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2005. – 320 с.
2. Виноградова, Н.Ю. Глобальная экология / Н. Ю. Виноградова. - М.: Просвещение, 2001.- 310 с.
3. Гальперин, М.В. Общая экология: учебник / М.В. Гальперин. - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.- 336 с.
4. Ручин, А.Б. Экология популяций и сообществ./ А.Б. Ручин - М.: Академия, 2008.- 352 с.
5. Степановских, А.С. Экология. /А.С. Степановских. – Курган.: Зауралье, 1997.- 612 с.
6. Шамилева, И.А. Экология: уч. пособие / И.А. Шамилева.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004.- 144 с.
7. Шилов, И.А. Экология./ И.А. Шилов.- М.: Высшая школа., 2003. – 512 с.

## Лекция 18

### ВОЗДУШНЫЕ РЕСУРСЫ. ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА

#### 18.1. Атмосфера, как часть природной среды

Атмосфера (от греч. *атмос* — пар и *сфера* — шар) — газовая (воздушная) оболочка Земли, вращающаяся вместе с ней. Жизнь на Земле возможна, пока существует атмосфера. Все живые организмы используют воздух атмосферы для дыхания, атмосфера защищает от вредного воздействия космических лучей и губительной для живых организмов температуры, холодного «дыхания» космоса.

Атмосферный воздух — это смесь газов, из которых состоит атмосфера Земли. Воздух не имеет запаха, прозрачен, его плотность 1,2928 г/л, растворимость в воде 29,18 см<sup>3</sup>/л, в жидком состоянии приобретает голубоватую окраску. Основными составными частями атмосферы являются: азот, кислород, аргон и углекислый газ. Кроме аргона в малых концентрациях содержатся другие инертные газы. В атмосферном воздухе всегда присутствуют пары воды (примерно 3 — 4%) и твердые частицы — пыль.

Через атмосферу осуществляется обмен веществ между Землей и Космосом, при этом Земля получает космическую пыль и метеориты и теряет самые легкие газы — водород и гелий. Атмосфера пронизана мощной солнечной радиацией, которая определяет тепловой режим поверхности планеты, вызывает диссоциацию молекул атмосферных газов и ионизацию атомов. Обширная разреженная верхняя часть атмосферы состоит преимущественно из ионов. Физические свойства и состояние атмосферы меняются во времени: в течение суток, сезонов, лет — и в пространстве в зависимости от высоты над уровнем моря, широты местности, удаленности от океана. Атмосфера, общая масса которой составляет 5,15 · 10<sup>21</sup> т, простирается вверх от поверхности Земли примерно до 3 тыс. км. С высотой меняются химический состав и физические свойства атмосферы, поэтому ее подразделяют на тропосферу, стратосферу, мезосферу, ионосферу (термосферу) и экзосферу.

Основная масса воздуха в атмосфере (до 80%) находится в нижнем, приземном слое — тропосфере. Толщина тропосферы в среднем 11 — 12 км. Следующий слой — стратосфера — занимает высоту 20 — 50 км от земной поверхности. В ней сосредоточена остальная (20%) часть воздуха. Далее на высоте 55— 80 км расположена мезосфера. Термосфера и экзосфера, занимающие высоты соответственно 80 — 1000 и 1000 — 2000 км, представляют собой наиболее разреженные части атмосферы. Здесь встречаются лишь отдельные молекулы, атомы и ионы газов, плотность которых в миллионы раз меньше, чем у поверхности Земли. Следы газов обнаружены до высоты 10 — 20 тыс. км.

Важнейшее защитное значение имеет озоновый экран. Он расположен в стратосфере на высоте от 20 до 50 км от поверхности Земли. Общее количество озона (Оз) в атмосфере оценивается в 3,3 млрд. т. Мощность этого слоя сравнительно небольшая: суммарно она составляет 2 мм на экваторе и 4 мм у полюсов при нормальных условиях. Максимальная концентрация озона — 8 частей на миллион частей воздуха — находится на высоте 20 — 25 км. Основное значение озонового экрана состоит в том, что он защищает живые организмы от жесткого

ультрафиолетового излучения. Атмосфера защищает Землю от многочисленных метеоритов.

Наибольшее значение для всех живых организмов имеет относительно постоянный состав атмосферного воздуха в тропосфере. Баланс газов в атмосфере поддерживается за счет постоянно идущих процессов использования их живыми организмами и поступления газов в атмосферу. Азот выделяется при мощных геологических процессах (извержениях вулканов, землетрясениях), при разложении органических соединений. Изъятие азота из воздуха происходит за счет деятельности клубеньковых бактерий.

Однако в последние годы происходит изменение баланса азота в атмосфере за счет хозяйственной деятельности людей. Заметно увеличилось связывание азота при производстве азотных удобрений. Предполагают, что объем промышленной фиксации азота в ближайшее время значительно возрастет и превысит его поступление в атмосферу. Современное соотношение кислорода и диоксида углерода поддерживается жизнедеятельностью живых организмов. В результате фотосинтеза зеленые растения потребляют диоксид углерода и выделяют кислород. Он используется для дыхания всеми живыми организмами. Естественные процессы потребления  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$  и их поступление в атмосферу хорошо сбалансированы. С развитием промышленности и транспорта кислород используется на процессы горения все в возрастающих размерах. Уменьшается поступление кислорода в атмосферу из-за сокращения площадей лесов, саванн, степей и увеличения пустынных территорий, роста городов, транспортных магистралей. Сокращается число продуцентов кислорода среди водных растений из-за загрязнения рек, озер, морей и океанов. Полагают, что в ближайшие 150 — 180 лет количество кислорода в атмосфере сократится на треть по сравнению с современным его содержанием. Использование запасов кислорода увеличивается одновременно с эквивалентным ростом выделения диоксида углерода в атмосферу. По данным ООН, за последние 100 лет количество  $\text{CO}_2$  в атмосфере Земли увеличилось на 10 — 15%. Если намеченная тенденция сохранится, то в третьем тысячелетии количество  $\text{CO}_2$  в атмосфере может возрасти на 25%, т.е. с 0,0324 до 0,04% объема сухого атмосферного воздуха.

## 18.2. Источники загрязнения атмосферы

Источники загрязнения атмосферы могут быть естественными и искусственными. Естественные источники загрязнения атмосферы — извержения вулканов, лесные пожары, пыльные бури, процессы выветривания, разложение органических веществ. К *искусственным (антропогенным)* источникам загрязнения атмосферы относятся промышленные и теплоэнергетические предприятия, транспорт, системы отопления жилищ, сельское хозяйство, бытовые отходы.

Естественные источники загрязнения атмосферы представляют собой такие грозные явления природы, как извержения вулканов и пыльные бури. Обычно они имеют катастрофический характер. При извержении вулканов в атмосферу выбрасывается огромное количество газов, паров воды, твердых частиц, пепла и пыли. После затухания вулканической деятельности общий баланс газов в атмосфере постепенно восстанавливается. При извержении вулканов происходит тепловое загрязнение атмосферы, так как в воздух выбрасываются сильно нагретые вещества. Температура их, в том числе паров и газов, такова, что они сжигают все на своем пути. Существенно

загрязняют атмосферу крупные лесные пожары. Пыльные бури возникают в связи с переносом сильным ветром поднятых с земной поверхности мельчайших частиц почвы.

Искусственные источники загрязнения наиболее опасны для атмосферы. По агрегатному состоянию все загрязняющие вещества антропогенного происхождения подразделяются на твердые жидкие и газообразные, причем последние составляют около 90% от общей массы выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ.

Загрязнение атмосферного воздуха в промышленных городах и городских агломерациях значительно выше, чем на прилегающих территориях. Особое место среди источников загрязнения атмосферы занимает химическая промышленность. Она поставляет диоксид серы, сероводород, оксиды азота, углеводороды, галогены и др. Для химической промышленности характерна высокая концентрация предприятий, что создает повышенное загрязнение окружающей среды. Вещества, выделяемые в атмосферу, могут вступать в химические реакции друг с другом, образуя высокотоксичные соединения. Вместе с туманом и некоторыми другими природными явлениями в местах повышенной концентрации химических веществ возникает фотохимический смог. Часто при этом концентрации озона во много раз превосходят его нормальный уровень в воздухе у поверхности Земли, что опасно для жизни растений, животных и человека.

С каждым годом возрастает роль автомобильного транспорта в загрязнении атмосферы выхлопными газами. С выхлопными газами в воздух поступают угарный газ, оксиды азота, углеводороды, свинец и его соединения. Поступление свинца и его соединений в воздух связано с тем, что к дизельному топливу и бензину для снижения детонации и повышения КПД двигателей внутреннего сгорания добавляют тетраэтилсвинец. Повышение концентрации ионов свинца в крови человека до 0,80 част/млн вызывает тяжелое свинцовое отравление: анемию, головную и мышечную боль, потерю сознания. Предполагается, что глобальное загрязнение атмосферы некоторыми веществами (фреонами, оксидами азота и др.) может нарушить функционирование озонового слоя Земли.

В атмосферу Земли ежегодно выбрасывается в среднем более 400 млн т главных поллютантов (загрязнителей): диоксида серы, оксидов азота, оксидов углерода и твердых частиц. «Вклад» промышленно развитых стран в загрязнение атмосферы распределяется следующим образом: по диоксиду серы — 12% (Россия), 21% (США); по оксидам азота — 6% (Россия), 20% (США); по оксиду углерода — 10% (Россия), 70% (США).

### **18.3. Меры по охране атмосферного воздуха**

Основные пути снижения и полной ликвидации загрязнения атмосферы следующие: разработка и внедрение очистных фильтров, применение экологически безопасных источников энергии, безотходной технологии производства, борьба с выхлопными газами автомобилей, озеленение.

Очистные фильтры являются основным средством борьбы с промышленным загрязнением атмосферы. Очистка выбросов в атмосферу осуществляется путем пропускания их через различные фильтры (механические, электрические, магнитные, звуковые и др.), воду и химически активные жидкости. Все они предназначены для улавливания пыли, паров и газов. Эффективность работы очистных сооружений различна и зависит как от физико-химических свойств загрязнителей, так и от совершенства применяемых методов и аппаратов. При грубой очистке выбросов

устраняется от 70 до 84% загрязнителей, средней очистке — до 95 — 98% и тонкой — 99% и выше. Очистка промышленных отходов не только предохраняет атмосферу от загрязнений, но и дает дополнительное сырье и прибыли предприятиям.

Решить проблему охраны атмосферы только при помощи очистных сооружений невозможно. Необходимо применение комплекса мероприятий, и прежде всего внедрение безотходных технологий. Безотходная технология эффективна в том случае, если она строится по аналогии с процессами, происходящими в биосфере: отходы одного звена в экосистеме используются другими звеньями. Циклическое безотходное производство, сопоставимое с циклическими процессами в биосфере, — это будущее промышленности, идеальный путь сохранения чистоты окружающей среды.

В качестве частных решений защиты воздуха от выхлопных газов автомобилей можно указать на установку фильтров и дожигających устройств, замену добавок, содержащих свинец, организацию движения транспорта, которая уменьшит и исключит частую смену режимов работы двигателей (дорожные развязки, расширение дорожного полотна, строительство переходов и т.д.). Кардинально проблема может быть решена при замене двигателей внутреннего сгорания на электрические. Для уменьшения токсических веществ в выхлопных газах автомобилей предлагается замена бензина другими видами горючего, например смесью различных спиртов. Перспективны газобаллонные автомобили. Озеленение городов и промышленных центров: зеленые насаждения за счет фотосинтеза освобождают воздух от диоксида углерода и обогащают его кислородом.

#### **18.4. Законодательство в сфере охраны атмосферы**

Закон «Об охране атмосферного воздуха» всесторонне охватывает проблему. Он обобщил требования, выработанные в предшествующие годы и оправдавшие себя на практике. Например, введение правил о запрещении ввода в действие любых производственных объектов (вновь созданных или реконструированных), если они в процессе эксплуатации станут источниками загрязнений или иных отрицательных воздействий на атмосферный воздух. Получили дальнейшее развитие правила о нормировании предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Государственным санитарным законодательством только для атмосферного воздуха были установлены ПДК для большинства химических веществ при изолированном действии и для их комбинаций. Гигиенические нормативы — это государственное требование к руководителям предприятий. За их выполнением должны следить органы государственного санитарного надзора Министерства здравоохранения и Государственный комитет по экологии.

В Законе «Об охране атмосферного воздуха» предусматриваются требования об установлении нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Такие нормативы устанавливаются для каждого стационарного источника загрязнения, для каждой модели транспортных и других передвижных средств и установок. Они определяются с таким расчетом, чтобы совокупные вредные выбросы от всех источников загрязнения в данной местности не превышали нормативов ПДК загрязняющих веществ в воздухе. Предельно допустимые выбросы устанавливаются только с учетом предельно допустимых концентраций. Закон предусматривает не только контроль за выполнением его требований, но и ответственность за их нарушение.

## Вопросы для самоконтроля

1. Что собой представляет атмосфера, какое строение она имеет?
2. Газовый состав атмосферы?
3. Источники загрязнения атмосферы?
4. Назовите основные загрязняющие вещества, поступающие в атмосферу?
5. Какие существуют меры по защите атмосферы?
6. Кто осуществляет государственный контроль за охраной атмосферного воздуха?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### *Основная*

1. Колесников, С.И. Экология / С.И. Колесников.- М.: Академцентр, 2008.- 315 с.
2. Маринченко, А.В. Экология./ А.В. Маринченко - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2008.- 328 с.
3. Лысов, П.К. Биология с основами экологии./ П. К. Лысов.- М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
4. Пехов, А.П. Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

### *Дополнительная*

1. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, и [др]. - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2005. – 320 с.
2. Виноградова, Н.Ю. Глобальная экология / Н. Ю. Виноградова. - М.: Просвещение, 2001.- 310 с.
3. Гальперин, М.В. Общая экология: учебник / М.В. Гальперин. - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.- 336 с.
4. Ручин, А.Б. Экология популяций и сообществ./ А.Б. Ручин - М.: Академия,2008.- 352 с.
5. Степановских, А.С. Экология. /А.С. Степановских. – Курган.: Зауралье, 1997.- 612 с.
6. Шамилева, И.А. Экология: уч. пособие / И.А. Шамилева.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004.- 144 с.
7. Шилов, И.А. Экология./ И.А. Шилов.- М.: Высшая школа.,2003. – 512 с.

## Лекция 19

### РАСТИТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА

#### 19.1. Растительные ресурсы. Значение в природе и жизни человека

Значение растений в природе. Растения являются первоисточником существования, процветания и развития жизни на Земле и в первую очередь благодаря их свойству осуществлять фотосинтез. Фотосинтез протекает практически повсеместно на нашей планете, в связи с чем суммарный эффект его колоссален. В процессе фотосинтеза зеленые растения из углекислого газа и воды создают органические вещества, служат источником ценных продуктов питания (зерна, овощей, плодов и т. д.), сырья для промышленности и строительства. Формирование газового состава атмосферного воздуха, как известно, также находится в прямой зависимости от растений. Зеленые растения в процессе фотосинтеза выделяют около 510<sup>10</sup> тонн свободного кислорода в год. Один гектар кукурузы выделяет за год 15 тонн кислорода, что достаточно для дыхания 30 человек. Весь кислород атмосферы проходит через зеленое вещество примерно за 2000 лет. За 300 лет растения усваивают столько углерода, сколько его содержится в атмосфере и водах. Годовая химическая энергия продуктов фотосинтеза в 1000 раз превышала выработку энергии в конце XX столетия всеми электростанциями мира. Установлено, что растения Земли в процессе фотосинтеза ежегодно образуют более 177 млрд. тонн органического вещества. Растения участвуют в образовании гумуса, который является самой существенной частью почвы, обеспечивает ее высокое плодородие. Помимо углерода, водорода и кислорода в состав молекул многих органических веществ входят атомы азота, фосфора, серы, а нередко и других элементов (железа, кобальта, магния, меди). Все они добываются растениями из почвы или водной среды в виде ионов солей, главным образом, в окисленном виде. Минеральные соли не вымываются из поверхностных слоев почвы, так как растительность постоянно всасывает часть минеральных веществ из почвы и передает их животным на корм. Животные, так же, как растения, после отмирания передают минеральные вещества обратно в почву, откуда они вновь всасываются растениями. Растительность оказывает большое влияние на климат, водоемы, животный мир и другие элементы биосферы, с которыми она тесно взаимосвязана.

Значение растений в жизни человека. Велико значение растительности в жизни человека. Прежде всего растительность представляет необходимую среду жизни людей. Дикорастущая флора является неоценимым генетическим фондом в селекционной работе при создании новых сортов сельскохозяйственных культур. Большая часть растений, которые обеспечивают сегодня около 90% продовольствия в мире, появились путем окультуривания диких растений. На протяжении многих веков человек добывает из растений многообразные лекарственные вещества, которые так необходимы в медицинской и ветеринарной практике. На современном мировом рынке находятся в обращении продукты свыше 1000 видов лекарственных растений. Среди них препараты из корня жизни — женьшеня, элеутерококка, ландыша майского, горицвета  
весеннего. Растения являются важнейшим пищевым ресурсом для человека, многие из них используются в разнообразных технологических процессах (пивоварение, хлебопечение, очистка сточных вод и т. д.).

Растения служат основной кормовой базой для домашних и многих диких животных. Они участвуют в образовании полезных ископаемых, защищают от разрушения потоками воды и ветром поверхность Земли, от засыпания песками плодородной земли. Для борьбы с вредными микроорганизмами растения выработали ряд веществ, способных подавлять их деятельность. К ним относятся антибиотики (пенициллин, стрептомицин, тетрациклин и др.) и фитонциды. Сильными бактерицидными свойствами обладают лук и чеснок. В связи с этим они с давних пор применяются в качестве лечебных средств. Одно растение можжевельника выделяет за сутки 30 г летучих веществ, а один гектар — такое количество фитонцидов, которое достаточно для очистки от микробов всех улиц большого города. Растительность для человека — это и источник эстетического наслаждения, оказывающий на него психологическое воздействие

Должен учитываться принцип потенциальной полезности. Мы не в состоянии предвидеть, какое значение для человека может иметь тот или иной вид в будущем. Виды, считавшиеся совершенно бесполезными или вредными, нередко затем приобретали огромную важность. Так, оказавшиеся вредными плесневые грибы дали человечеству анти-биотики, а многочисленные бактерии, также казавшиеся бесполезными, работают на человечество, включенные в технологию добычи ряда видов полезных ископаемых и т. д. Генофонд ныне существующих организмов — это бесценный эволюционный дар, от правильного использования которого во многом зависит направление научно-технического прогресса в самых различных областях деятельности человека.

## **19.2. Воздействие человека на растительность**

Человек своей деятельностью оказывает огромное влияние на растительность, как положительное, так и отрицательное. Как объект охраны растительность можно разделить на водную, почвенную, подземную и наземную.

Наземная растительность, насчитывающая более 500 тысяч видов (из них 300 тысяч высших видов растений), в наибольшей степени используется человеком и подвергается воздействиям с его стороны.

Много фактов свидетельствует об исчезновении около 30 тысяч видов растений (в общей сложности). В нашей стране насчитывается около 20 тысяч видов растений. Из них примерно до 60% произрастает на природных сенокосах и пастбищах. Более 530 видов стали в настоящее время редкими.

Большое влияние на рост и развитие растений оказывают промышленные выбросы. Попадая в атмосферный воздух, они в конечном итоге оседают на растения. Рост растений может замедляться в 2 раза, а иногда и больше. Некоторые промышленные выбросы обладают высокой токсичностью и вызывают засыхание растений. Установлено, что урожайность пшеницы ниже в районах нахождения цветной металлургии на 40—50%, а содержание белка в ней ниже на 25—35 %.

## **19.3. Лесные ресурсы**

По современным расчетам, за последнее тысячелетие лес вырубил на 50—70% площади Земли. По оценкам лесных экспертов, лесопокрываемые территории в 80-х годах XX столетия составляли 29,7% площади суши, сомкнутые леса занимали 24% поверхности суши.

Общая площадь лесного фонда Российской Федерации в 1991 году составляла 1182,6 млн. га, покрытых лесом земель—771,1 млн. га, общий запас древесины в лесах—81,6 млрд. м<sup>3</sup>. Для рационального использования все леса подразделены на три группы.

Первая группа. Леса, имеющие водоохранное и почвозащитное значение, зеленые зоны курортов, городов и других населенных пунктов, заповедные леса, защитные полосы вдоль рек, шоссейных и железных дорог, степные колки, ленточные боры Западной Сибири, тундровые и субальпийские леса, памятники природы и некоторые другие.

Вторая группа. Насаждения мало лесистой зоны, расположенные в основном в центральных и западных районах страны, имеющие защитное и ограниченное эксплуатационное значение. Третья группа. Эксплуатационные леса много лесных зон страны — районы Европейского Севера, Урала, Сибири и Дальнего Востока. Леса первой группы не эксплуатируются, в них проводятся только рубки в санитарных целях, омоложения, ухода, осветления и т. д. Во второй группе режим рубок ограниченный, эксплуатация в размере прироста леса. Леса третьей группы имеют промышленный режим рубки. Они являются основной базой заготовки древесины. Кроме хозяйственной классификации, леса различают и по их назначению и профилю — промышленные, водоохранные, полезащитные, курортные, придорожные и т. д. Леса России представлены преимущественно хвойными породами, занимающими 73,7% покрытых лесом земель. Однако леса в России распределены неравномерно. 80% всех лесов находится в Азиатской части страны.

Основными задачами охраны леса являются их рациональное использование и восстановление. Все большее значение приобретают мероприятия по охране леса малолесистых районов в связи с их водоохранной, почвозащитной, санитарно-оздоровительной ролью. Особое внимание должно уделяться охране горных лесов, так как они выполняют важные водорегулирующие почвозащитные функции. При правильном ведении лесного хозяйства повторные рубки на том или ином участке должны проводиться не ранее чем через 80—100 лет, при достижении полной спелости. Своевременное лесовозобновление — важнейшее условие для сохранения лесных ресурсов. В России естественным путем восстанавливается около трети ежегодно вырубаемых лесов, остальные требуют специальных мер по их возобновлению. На 50% площади достаточно только мер содействия естественному возобновлению, а на остальной — необходимы посев и посадка деревьев.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Каково значение растений в природе и жизни человека?
2. Каково воздействие человека на растительные ресурсы в современном обществе?
3. Каковы задачи по охране лесных ресурсов?
4. Какие группы лесов Вы знаете?
5. Какая задача стоит перед лесовозобновлением?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. Колесников, С.И. Экология / С.И. Колесников. - М.: Академцентр, 2008. - 315 с.

2. *Маринченко, А.В.* Экология./ А.В. Маринченко - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2008.- 328 с.
3. *Лысов, П.К.* Биология с основами экологии./ П. К. Лысов.– М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
4. *Пехов, А.П.* Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

*Дополнительная*

1. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, и [др]. - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2005. – 320 с.
2. *Виноградова, Н.Ю.* Глобальная экология / Н. Ю. Виноградова. - М.: Просвещение, 2001.- 310 с.
3. *Гальперин, М.В.* Общая экология: учебник / М.В. Гальперин. - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.- 336 с.
4. *Ручин, А.Б.* Экология популяций и сообществ./ А.Б. Ручин - М.: Академия,2008.- 352 с.
5. *Степановских, А.С.* Экология. /А.С. Степановских. – Курган.: Зауралье, 1997.- 612 с.
6. *Шамилева, И.А.* Экология: уч. пособие / И.А. Шамилева.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004.- 144 с.
7. *Шилов, И.А.* Экология./ И.А. Шилов.- М.: Высшая школа.,2003. – 512 с.

## Лекция 20

### **ЖИВОТНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА**

Значение животных в биосфере и жизни человека. Животный мир представляет собой важную часть биосферы нашей планеты. Вместе с растениями животные играют исключительную роль в миграции химических элементов, лежащей в основе существующих в природе взаимосвязей.

Животные, которых насчитывается сегодня, по данным ученых, более 1,8 млн. видов, являются потребителями органического вещества, создаваемого растениями из неорганического за счет солнечной энергии. Питаясь растениями и друг другом, животные участвуют в биологическом круговороте веществ, а также в круговороте веществ планеты. Находясь в зависимости от растений, животные, в свою очередь, определяют их жизнь, структуру и состав почв, облик ландшафта. Огромную роль играют животные в жизни человека. Многие из них служат важными источниками питания и технического сырья как для кустарного, так и промышленного производства. Это сельскохозяйственные животные, пушные звери, рыба, разнообразная дичь и т. д.

Численность вида животных нельзя снижать ниже определенного уровня, за которым следует автоматическое вымирание вида, нередко судьба вида зависит от судьбы других видов, обитающих рядом и т. д. Отсюда возникла настоятельная необходимость развития теории охраны фауны.

Многогранность и многоуровневость вовлекаемых в орбиту охраны живого процессов и явлений такова, что в мировой науке сложилась система принципов в этой области.

Общие принципы дают возможность утверждать, что жизнь может существовать только в форме сообществ живых организмов (биоценозов). Чем сложнее эти сообщества, тем они устойчивее, поэтому: 1. — для сохранения жизни необходимо сохранение биоценозов; 2. — для длительного сохранения биоценозов необходимо сохранение эволюционно-достигнутой сложности. Каждый вид, обладая неповторимым генофондом, является уникальным результатом эволюции. Невозможно предвидеть значение для человека того или иного генофонда в будущем. 3.— для сохранения отдельных видов необходимо сохранение сообществ (биоценозов и экосистем), в которые входят интересующие нас виды. Виды в природе находятся в тесной взаимосвязи с другими видами.

Сохранение одного лишь вида без сохранения связанных с ним видов (в цепях питания и как важных компонентов среды) невозможно; 4. — для сохранения отдельного вида необходимо сохранять или создать взаимосвязанную систему популяций внутри данного вида. Каждый вид представляет собой систему эволюционно интегрированных популяций. Вид не может длительное время существовать, будучи представлен лишь одной изолированной популяцией; 5. — малочисленные популяции всегда находятся под угрозой исчезновения и требуют особой охраны. В силу неизбежных колебаний численности небольшие по числу особей группы рано или поздно достигнут нуля. Для этого достаточно, чтобы до нуля упала численность особей лишь одного из полов (у двуполых организмов) или чтобы частота встречи особей разного пола уменьшилась настолько, чтобы не обеспечивалось продолжение рода.

Международный союз охраны природы и ее ресурсов (МСОП) при поддержке Программы ООН по окружающей среде (ИНЕР) и содействии Всемирного фонда охраны дикой природы (WWE) разработал Всемирную стратегию охраны природы, цель которой - способствовать скорейшему и полнейшему достижению удовлетворительной охраны живых природных ресурсов, от которых зависит выживание и благосостояние человечества на Земле.

Другое направление сохранения многообразия видов животных — восстановление их количественного состава с дальнейшим расселением. Семь форм млекопитающих существуют в наши дни только в зоопарках. Число видов, единственной эффективной мерой для сохранения которых остается содержание их в зоопарках, непрерывно растет. В нашей стране первый такой центр создан для разведения редких видов журавлей на базе Приокско-Тerrasного заповедника в Подмоскowie. Сохранение животного мира неразрывно связано с решением правовых вопросов, международным сотрудничеством, выполнением всех работ на научной основе. В области охраны живой природы следует отметить следующие наиболее крупные научные задачи:

Во-первых, изучение биологии редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, а также поиск оптимальных путей их сохранения и воспроизводства.

Во-вторых, необходима дальнейшая разработка основ, сохранения природных сообществ. Это крупная проблема, выходящая за рамки охраны животного мира, в свою очередь включает ряд более конкретных задач.

В-третьих, разработка биологических основ создания территориальных комплексных схем охраны природы.

В-четвертых, подготовка предложений об организации новых заповедников, заказников и других охраняемых территорий и акваторий.

В-пятых, оценка последствий загрязнения природной среды.

В-шестых, разработка принципов сохранения качественного разнообразия живого и генетического фонда биосферы.

В-седьмых, разработка безопасных биологических методов управления численностью видов, наносящих ущерб народному хозяйству.

В-восьмых, разработка проблем правовой охраны животного и растительного мира.

В-девятых, разработка новых форм природоохранного просвещения.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Где впервые был создан центр в нашей стране для разведения редких видов журавлей?
2. Кем была разработана Всемирная стратегия охраны природы?
3. Какую роль в охране животного мира играет международное сотрудничество?
4. Значение животных в биосфере и жизни человека?
5. Назовите основные принципы охраны животного мира?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. Колесников, С.И. Экология / С.И. Колесников.- М.: Академцентр, 2008.- 315 с.
2. Маринченко, А.В. Экология./ А.В. Маринченко - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2008.- 328 с.

3. *Лысов, П.К.* Биология с основами экологии./ П. К. Лысов.– М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
4. *Пехов, А.П.* Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

*Дополнительная*

1. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, и [др]. - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2005. – 320 с.
2. *Виноградова, Н.Ю.* Глобальная экология / Н. Ю. Виноградова. - М.: Просвещение, 2001.- 310 с.
3. *Гальперин, М.В.* Общая экология: учебник / М.В. Гальперин. - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.- 336 с.
4. *Ручин, А.Б.* Экология популяций и сообществ./ А.Б. Ручин - М.: Академия,2008.- 352 с.
5. *Степановских, А.С.* Экология. /А.С. Степановских. – Курган.: Зауралье, 1997.- 612 с.
6. *Шамилева, И.А.* Экология: уч. пособие / И.А. Шамилева.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004.- 144 с.
7. *Шилов, И.А.* Экология./ И.А. Шилов.- М.: Высшая школа.,2003. – 512 с.

## Лекция 21

### ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ, ИХ ТИПЫ

Одна из важнейших функций охраны природы - полное или частичное изъятие (консервация, заповедание) природных гео- и экосистем из сферы хозяйственной деятельности человека. В связи с этим выделяют особо охраняемые природные территории (ООПТ) – участки суши и водоемов, на которых в установленном законом порядке полностью исключено или ограничено хозяйственное использование природного ландшафта в целом или отдельных его компонентов. Эти действия сопровождаются введением специального охранного режима.

Выделение особо охраняемых территорий связано:

а) с сохранением всего разнообразия живых организмов, их генофонда, природных экосистем, которое обычно сочетается с задачами научных исследований закономерностей функционирования и динамики природных ландшафтов или их компонентов.

б) с сохранением и воспроизводством возобновимых ресурсов и их качества.

в) с охраной окружающей человека среды.

г) с предупреждением развития разрушительных природных процессов.

К настоящему времени сложились различные формы ООПТ. Среди них наибольшее распространение получили заповедники, заказники, памятники природы, резерваты, национальные парки.

Государственный природный заповедник (полный резерват) является наиболее жесткой формой территориальной охраны природы. Он представляет собой, во-первых, территорию, полностью изъятую из хозяйственного использования, а во-вторых, научно-исследовательское учреждение, имеющее целью сохранение и изучение естественного хода природных процессов и явлений. В заповедниках разрешена только научная, охранная и контрольная деятельность, а в исключительных случаях – организация учебно-экологических маршрутов.

Глобальный экологический мониторинг осуществляют сейчас биосферные заповедники. В России таким международным статусом обладают около 20% заповедников, в том числе Приокско-Террасный, находящийся недалеко от Москвы, Баргузинский заповедник и другие.

Национальные парки – территории (от нескольких тысяч до нескольких млн. га), исключенные из промышленной и с/х эксплуатации с целью сохранения природных комплексов с особой экологической, исторической и эстетической ценностью и для использования их в рекреационных и культурных целях. В большинстве стран мира национальные парки – основная форма охраны ландшафтов. В нашей стране они стали создаваться в 70-80 годах 20 века. Одним из известных национальных парков в России является Лосиный остров (Москва).

Памятники природы – это отдельные природные объекты, имеющие научное, эстетическое, культурное или воспитательное значение. Ими могут быть необычный родник, водопад, овраг с редкими видами растений, очень старые деревья, например дубы в усадьбе Коломенское, сохранившиеся со времен Ивана Грозного.

Заказники – это природный комплекс, предназначенный для сохранения одних видов природных ресурсов при ограниченном использовании других. На участках, занимаемых заказниками, постоянно или временно запрещены отдельные виды хозяйственной деятельности. Например, запрещена любая хозяйственная деятельность, ведущая к нарушению ландшафта, но может быть разрешена охота. Часто создаются

временные охотничьи заказники для сохранения и восстановления численности каких-либо видов животных.

Заказники и памятники природы хотя и играют положительную роль в деле поддержания экологического равновесия, но кардинально решить проблему не могут. Сохранить можно лишь системные природные совокупности, а не отдельные компоненты.

Резерваты – особо охраняемые природные территории с заповедным или заказным режимом. Термин широко применяется за рубежом. В одних странах по своему назначению и режиму резерваты приближаются к заказникам, в других (Австрия, Финляндия, Швеция и др.) – к заповедникам. По назначению выделяют лесные, болотные, зоологические, ботанические, комплексные резерваты, по режиму – строгие, неполно охраняемые.

За последние 10-15 лет активно обсуждается вопрос о формировании природоохранной сети, охватывающей наиболее важные с точки зрения поддержания ландшафтно-экологического равновесия территории. На основе представления о природоохранной сети возникло представление о природоохранном каркасе региона. Экологический каркас региона – это система природных «диких» и культурных ландшафтов, построенная на основе крупных резерватов, соединенных экологическими коридорами, дистанцированная от центров и осей хозяйственной активности и обеспечивающая экологическую стабильность территории соответствующего уровня.

В настоящее время организация заповедного дела в России получила широкое международное признание. На конец 20 века 21 заповедник России имел международный статус биосферного резервата ЮНЕСКО, 5 находилось под юрисдикцией международной Конвенции об охране всемирного культурного наследия, 2 получили дипломы Совета Европы.

### **Вопросы для самоконтроля**

1. Какова одна из важнейших функций охраны природы?
2. С чем связано выделение особо охраняемых территорий?
3. Какие формы особо охраняемых природных территорий Вам известны?
4. Что такое заповедник? Какие виды деятельности в нем разрешены?
5. Какую функцию выполняют заказники?
6. Какие формы особо охраняемых территорий известны за рубежом?

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

#### *Основная*

1. Колесников, С.И. Экология / С.И. Колесников.- М.: Академцентр, 2008.- 315 с.
2. Маринченко, А.В. Экология./ А.В. Маринченко - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2008.- 328 с.
3. Лысов, П.К. Биология с основами экологии./ П. К. Лысов.– М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
4. Пехов, А.П. Биология с основами экологии / А.П. Пехов.- СПб.: Лань, 2007. – 688 с.

#### *Дополнительная*

1. Экологические основы природопользования / Э.А. Арустамов, и [др]. - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2005. – 320 с.
2. *Виноградова, Н.Ю.* Глобальная экология / Н. Ю. Виноградова. - М.: Просвещение, 2001.- 310 с.
3. *Гальперин, М.В.* Общая экология: учебник / М.В. Гальперин. - М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.- 336 с.
4. *Ручин, А.Б.* Экология популяций и сообществ./ А.Б. Ручин - М.: Академия,2008.- 352 с.
5. *Степановских, А.С.* Экология. /А.С. Степановских. – Курган.: Зауралье, 1997.- 612 с.
6. *Шамилева, И.А.* Экология: уч. пособие / И.А. Шамилева.- М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004.- 144 с.
7. *Шилов, И.А.* Экология./ И.А. Шилов.- М.: Высшая школа.,2003. – 512 с.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Авраменко, И.М.* Природопользование / И.М. Авраменко. – СПб.: - Лань, 2003. – 208 с.
2. *Блохин, Г.И.* Зоология. / Г. И. Блохин, В. А. Александров. - М.: Академия, 2008. – 512 с.
3. *Биология с основами экологии* / Д.В. Вахненко [ и др].- Ростов н/Д.: Феникс,2005. – 512 с.
4. *Валова (Копылова), В.Д.* Экология: учебник / В.Д. Валова (Копылова). - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2007. – 350 с.
5. *Виноградова, Н.Ю.* Глобальная экология / Н.Ю. Виноградова. - М.: Просвещение, 2001. – 310 с.
6. *Гальперин, М.В.* Общая экология: учебник / М. В. Гальперин.- М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006. – 336 с.
7. *Гофман, К.Г.* Экономика природопользования / К.Г. Гофман. - М., 1998. – 320 с.
8. *Догель, В. А.* Зоология беспозвоночных / В. А. Догель. – М.: Высшая школа, 2009. -559 с.
9. *Емельянов, А.Г.* Основы природопользования / А.Г. Емельянов. - М.: Академия», 2004. – 304 с.
10. *Колесников, С.И.* Экология / С.И. Колесников. - М.: Академцентр, 2008. – 315 с.
11. *Лукин, Е.И.* Зоология / Е.И. Лукин. – М.: Высшая школа, 1989. – 381 с.
12. *Лысов, П.К.* Биология с основами экологии / П.К. Лысов. - М.: Высшая школа, 2007. – 655 с.
13. *Мамонтов, Е. Г.* Биология: учебное пособие / Е. Г. Мамонтов – М.: Дрофа, 2004. -480 с.
14. *Маринченко, А.В.* Экология./ А.В. Маринченко - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2008. –328 с.
15. *Ручин, А. Б.* Экология популяций и сообществ / А. Б. Ручин. – М.: Академия, 2008. – 352 с.
16. *Степановских, А. С.* Экология / А. С. Степановских. Курган. : Зауралье,1997. – 612 с.
17. *Пехов, А.П.* Биология с основами экологии / А.П. Пехов. - СПб/б.: Лань, 2001.- 688 с.
18. *Шамилева, И. А.* Экология / И. А. Шамилева. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004. – 144 с.
19. *Шилов, И. А.* Экология / И. А. Шилов. – М.: Высшая школа, 2003. – 512 с.
20. *Экология и природопользование: уч. пособ.* /К.Ц. Мязитов [и др.], Саратов, Научная книга, 2002. – 250 с.
21. *Экологические основы природопользования* / Э.А. Арустамов [ и др]. - М.: Дашков и К<sup>0</sup>, 2005. – 320 с.
22. *Экология и экономика природопользования* / Э. В. Гирусов. - М.: ЮНИТИ-Дана, 2007. – 591 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	3
<b>Лекция 1. Зоология как комплексная наука о животных. Отличие животных от других форм живого, их роль в биологическом круговороте веществ. Общая характеристика одноклеточных животных</b> .....	4
1.1. Система органического мира.....	4
1.2. Зоология как комплексная наука о животных.....	4
1.3. Отличие животных от других форм живого, их роль в биологическом круговороте веществ.....	4
1.4. Система животного мира.....	5
1.5. Подцарство Одноклеточные, или Простейшие.....	7
1.6. Филогения простейших.....	8
Вопросы для самоконтроля.....	9
Список литературы.....	9
<b>Лекция 2. Гипотезы Э. Геккеля и И.И. Мечникова о происхождении многоклеточных животных. Основные направления эволюции двуслойных многоклеточных</b> .....	10
2.1. Происхождение многоклеточных животных.....	10
2.2. Основные направления эволюции двуслойных многоклеточных.....	10
Вопросы для самоконтроля.....	11
Список литературы.....	11
<b>Лекция 3. Тип Плоские черви, общая характеристика, филогения. Тип Первичнополостные черви, прогрессивные черты организации, филогения</b> .....	12
3.1. Тип Плоские черви.....	12
3.2. Тип Первичнополостные черви.....	14
Вопросы для самоконтроля.....	16
Список литературы.....	17
<b>Лекция 4. Тип Кольчатые черви, классификация, общая характеристика, роль в эволюции беспозвоночных животных</b> .....	18
Вопросы для самоконтроля.....	19
Список литературы.....	19
<b>Лекция 5. Тип Членистоногие. Классификация. Аннелидные и артроподные признаки в организации членистоногих</b> .....	20
Вопросы для самоконтроля.....	22
Список литературы.....	22
<b>Лекция 6. Тип Хордовые. Классификация типа. Краткая характеристика подтипов, филогенез</b> .....	23
6.1. Общие признаки хордовых.....	23
6.2. Подтип Бесчерепные.....	24
6.3. Подтип Личиночдохордовые.....	24
6.4. Подтип Позвоночные.....	25
Вопросы для самоконтроля.....	26
Список литературы.....	26
<b>Лекция 7. Группа Анамний. Краткая характеристика основных классов</b> .....	27
7.1. Опорно-двигательная система и локомоция.....	27
7.2. Дыхательная система и газообмен.....	28
7.3. Водно-солевой обмен и органы выделения.....	28
7.4. Половая система и размножение.....	29
Вопросы для самоконтроля.....	30

Список литературы.....	30
<b>Лекция 8. Тип Хордовые. Класс Земноводные. Особенности строения и развития.....</b>	<b>31</b>
Вопросы для самоконтроля.....	32
Список литературы.....	32
<b>Лекция 9. Группа Амниот. Краткая характеристика основных классов.....</b>	<b>33</b>
9.1. Строение и функции кожных покровов.....	33
9.2. Водно-солевой обмен и выделительная система.....	33
9.3. Тип развития. Зародышевые оболочки.....	34
Вопросы для самоконтроля.....	35
Список литературы....	35
<b>Лекция 10. Тип Хордовые, Класс Млекопитающие. Характеристика отрядов млекопитающих.....</b>	<b>37</b>
Вопросы для самоконтроля.....	39
Список литературы.....	40
<b>Лекция 11. Экология как комплекс наук, регулирующий взаимоотношения природы и общества. Биосфера и человек, учение В. И. Вернадского о биосфере.....</b>	<b>41</b>
11.1. Предмет, задачи и методы экологии.....	41
11.2. Биоэкология и ее основные законы.....	41
11.3. Биосфера и человек. Учение В. И. Вернадского о биосфере.....	42
11.4. Ноосфера как высшая стадия эволюции биосферы.....	45
Вопросы для самоконтроля.....	45
Список литературы	46
<b>Лекция 12. Экологические факторы и их классификация. Экологическая пластичность. Принципы экологической классификации организмов.....</b>	<b>47</b>
12.1. Экологические факторы и их классификация.....	47
12.2. Экологическая пластичность.....	47
12.3. Принципы экологической классификации организмов.....	48
12.4. Характеристика основных экологических факторов.....	49
Вопросы для самоконтроля.....	50
Список литературы.....	51
<b>Лекция 13. Популяции, их свойства, структура.....</b>	<b>52</b>
13.1. Понятия вида и популяции.....	52
13.2. Статистические и динамические показатели популяции.....	52
Вопросы для самоконтроля.....	54
Список литературы.....	54
<b>Лекция 14. Понятие о биоценозе, его структура. Отношения организмов в биоценозе.....</b>	<b>55</b>
14.1. Структура биоценоза.....	55
14.2. Типы связей и взаимоотношений между организмами.....	55
Вопросы для самоконтроля.....	57
Список литературы.....	57
<b>Лекция 15. Понятие об экосистемах. Классификация экосистем.....</b>	<b>58</b>
15.1. Структура и функционирование экосистем.....	58
15.2. Динамика экосистем.....	60
15.3. Природные и антропогенные экосистемы.....	61
Вопросы для самоконтроля.....	62
Список литературы.....	62
<b>Лекция 16. Экологические основы рационального природопользования. Почва как среда обитания и природный ресурс.....</b>	<b>63</b>
16.1. Предмет и задачи природопользования и охраны природы.....	63

16.2. Правила рационального природопользования и охраны природы.....	63
16.3. Природные ресурсы, их классификация.....	64
16.4. Почва как среда обитания и природный ресурс.....	65
Вопросы для самоконтроля.....	68
Список литературы.....	69
<b>Лекция 17. Водные ресурсы, их рациональное использование и охрана.....</b>	<b>70</b>
17.1. Роль воды в природе и жизни человека.....	70
17.2. Водное законодательство.....	70
17.3. Государственный мониторинг водных объектов.....	70
17.4. Охрана поверхностных вод.....	71
17.5. Подготовка воды для питьевых целей.....	73
17.6. Государственный контроль за использованием и охраной водных ресурсов.....	73
Вопросы для самоконтроля.....	74
Список литературы.....	74
<b>Лекция 18. Воздушные ресурсы, их рациональное использование и охрана.....</b>	<b>75</b>
18.1. Атмосфера, как часть природной среды.....	75
18.2. Источники загрязнения атмосферы.....	76
18.3. Меры по охране атмосферного воздуха.....	77
18.4. Законодательство в сфере охраны атмосферы.....	78
Вопросы для самоконтроля.....	79
Список литературы.....	79
<b>Лекция 19. Растительные ресурсы, рациональное использование и охрана.....</b>	<b>80</b>
19.1. Растительные ресурсы. Значение в природе и жизни человека.....	80
19.2. Воздействие человека на растительность.....	81
19.3. Лесные ресурсы.....	81
Вопросы для самоконтроля.....	82
Список литературы.....	82
<b>Лекция 20. Животные ресурсы и их охрана.....</b>	<b>84</b>
Вопросы для самоконтроля.....	85
Список литературы.....	85
<b>Лекция 21. Особо охраняемые природные территории, их типы.....</b>	<b>87</b>
Вопросы для самоконтроля.....	88
Список литературы.....	88
<b>Библиографический список.....</b>	<b>90</b>
<b>Содержание.....</b>	<b>91</b>