

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.Б.15 Зоология

**Направление подготовки 06.03.01 Биология**

**Профиль образовательной программы Микробиология**

**Форма обучения очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1.</b>	<b>Конспект лекций.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>Лекция № 1</b> Подцарство одноклеточных животных. Свободноживущие простейшие, паразитические жгутиконосцы.....	<b>5</b>
<b>1.2</b>	<b>Лекция № 2</b> Подцарство многоклеточные. Тип Губки. Тип кишечнополостные.....	<b>11</b>
<b>1.3</b>	<b>Лекция № 3</b> Тип Плоские черви .....	<b>19</b>
<b>1.4</b>	<b>Лекция № 4</b> Тип Круглые черви.....	<b>24</b>
<b>1.5</b>	<b>Лекция № 5</b> Тип Кольчатые черви.....	<b>28</b>
<b>1.6</b>	<b>Лекция № 6</b> Тип Моллюски или мягкотелые .....	<b>35</b>
<b>1.7</b>	<b>Лекция № 7</b> Тип Членистоногие. ....	<b>41</b>
<b>1.8</b>	<b>Лекция № 8</b> Систематика и морфология членистоногих. Подтип Жабродышащие, класс Ракообразные.....	<b>47</b>
<b>1.9</b>	<b>Лекция № 9</b> Систематика и морфология членистоногих. Подтип Трахейнодышащие. Кл. Многоножки.....	<b>52</b>
<b>1.10</b>	<b>Лекция № 10</b> Систематика и морфология членистоногих. Подтип Хелицеровые.....	<b>55</b>
<b>1.11</b>	<b>Лекция № 11</b> Систематика и морфология членистоногих. Тип Членистоногие, кл. Насекомые.....	<b>56</b>
<b>1.12</b>	<b>Лекция № 12</b> Тип Хордовые .....	<b>69</b>
<b>1.13</b>	<b>Лекция № 13</b> Тип Хордовые: подтип Бесчелюстные, подтип Бесчерепные, подтип Личиночно-хордовые.....	<b>62</b>
<b>1.14</b>	<b>Лекция № 14</b> Надкласс Рыбы.....	<b>67</b>
<b>1.15</b>	<b>Лекция № 15</b> Надраздел Четвероногие. Класс Земноводные.....	<b>73</b>
<b>1.16</b>	<b>Лекция № 16</b> Класс Пресмыкающиеся.....	<b>78</b>
<b>1.17</b>	<b>Лекция № 17</b> Класс Птицы.....	<b>85</b>
<b>1.18</b>	<b>Лекция № 18</b> Класс Млекопитающие.....	<b>89</b>
<b>2.</b>	<b>Методические указания по выполнению лабораторных работ.....</b>	<b>95</b>
<b>2.1</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-1</b> Свободноживущие простейшие.....	<b>95</b>
<b>2.2</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-2</b> Паразитические жгутиконосцы.....	<b>96</b>
<b>2.3</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-3</b> Тип Апикомплексы. Класс Споровики.....	<b>96</b>
<b>2.4</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-4</b> Итоговое занятие по теме «Подцарство одноклеточные».....	<b>97</b>
<b>2.5</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-5</b> Тип губки .....	<b>97</b>

<b>2.6</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-6 Тип кишечнополостные .....</b>	<b>98</b>
<b>2.7</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-7 Тип плоские черви .....</b>	<b>98</b>
<b>2.8</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-8 Тип круглые черви .....</b>	<b>103</b>
<b>2.9</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-9 Тип кольчатые черви .....</b>	<b>103</b>
<b>2.10</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-10 Итоговое занятие по темам: «Тип круглые черви», «Тип кольчатые черви».....</b>	<b>104</b>
<b>2.11</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-11 Тип моллюски .....</b>	<b>105</b>
<b>2.12</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-12 Тип Членистоногие .....</b>	<b>106</b>
<b>2.13</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-13 Подтип Хелицеровые, П/тип Трахейные ..</b>	<b>106</b>
<b>2.14</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-14 Тип Хордовые .....</b>	<b>107</b>
<b>2.15</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-15 Тип Хордовые, подтип Бесчерепные .....</b>	<b>108</b>
<b>2.16</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-16 Подтип Личиночно-хордовые. Особенности организации асцидии, морфология, анатомия, размножение, развитие .....</b>	<b>108</b>
<b>2.17</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-17 Подтип Позвоночные. Надкласс Бесчелюстные. Класс Круглоротые. Основные отличительные признаки позвоночных животных.....</b>	<b>108</b>
<b>2.18</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-18 Надкласс Рыбы. Общие отличительные черты во внешности, органах движения, кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения. Класс Хрящевые рыбы. Класс Костные рыбы.....</b>	<b>109</b>
<b>2.19</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-19 Надкласс Четвероногие. Класс Земноводные. Особенности строения. Особенности развития различных экологических групп.....</b>	<b>109</b>
<b>2.20</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-20 Систематика амфибии: определение до вида. Коллоквиум по амфибиям.....</b>	<b>110</b>
<b>2.21</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-21 Класс Пресмыкающиеся. Особенности строения покровов, скелета, систем органов, размножения. Особенности развития.....</b>	<b>110</b>
<b>2.22</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-22 Систематика рептилий: определение до семейства.....</b>	<b>110</b>
<b>2.23</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-23 Класс Птицы. Общие отличительные признаки во внешности, органах движения, покровах, скелете, органах дыхания, кровообращения, пищеварения и выделения в связи с полетом.....</b>	<b>111</b>
<b>2.24</b>	<b>Лабораторная работа № ЛР-24 Надотряд Типичные или Новонесные птицы. Особенности строения скелета, органов движения и пищеварения основных</b>	

систематических групп. Особенности развития птиц. Систематика птиц: определение до отряда. Коллоквиум по птицам.....111

**2.25 Лабораторная работа № ЛР-25** Класс Млекопитающие. Общие отличительные признаки во внешности, органах движения, покровах, органах дыхания, кровообращения, пищеварения и выделения млекопитающих.....112

**2.26 Лабораторная работа № ЛР-26** Подкласс Первозвери. Отряд Однопроходные. Особенности организации, размножения и развития. Подкласс Настоящие звери. Инфракласс Низшие звери. Отряд Сумчатые. Отличительные черты организации сумчатых, особенности развития.....112

**2.27 Лабораторная работа № ЛР-27** Инфракласс Высшие звери. Общая характеристика плацентарных. Особенности организации, размножения, развитие плацентарных. Отличительные признаки основных систематических групп. Итоговое занятие по классу млекопитающие.....113

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1. 1 Лекция №1( 2часа).

**Тема:** Подцарство одноклеточных животных. Свободноживущие простейшие, паразитические жгутиконосцы

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Общая характеристика и классификация простейших
2. Свободноживущие простейшие, паразитические жгутиконосцы

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Общая характеристика и классификация простейших

Простейшие - одноклеточные животные, тело которых состоит из одной клетки. Однако их нельзя рассматривать как просто организованные формы, потому что морфологически клетка простейших равноценна клетке многоклеточного организма. В физиологическом отношении клетка простейших - целостный организм, которому присущи все проявления жизни: обмен веществ, раздражимость, рост, размножение и т. д. Роль органов у них выполняют органоиды.

Простейшие были открыты в 1675 году голландским естествоиспытателем Антонио ван Левенгуком. В первой классификации животных, предложенной в 1759 году шведским ботаником Карлом Линнеем, простейшие были объединены в один род под названием «хаос» (Chaos), который входил в тип червей. Только в 1845 году Келликер и Зибольд выделили их в самостоятельный тип животных. И лишь совсем недавно, в 1980 году Левин установил для простейших отдельное подцарство

Простейшие - живые существа, тело которых состоит из одной клетки или колоний клеток, где каждая клетка является самостоятельным организмом. Распространены повсеместно. Наибольшая часть видов обитает в пресной и морской воде, многие живут в почве, некоторые являются паразитами, их среда - организм растений или животных. Простейшие входят в состав биогеоценозов и участвуют в круговороте веществ в биосфере, в образовании осадочных пород (мел, известняк). Большинство простейших имеют микроскопические размеры (от 2 до 150 мкм).. Имеются среди простейших и "гиганты": хищные инфузории бурсарии достигают 1,5 мм, а грегарины (паразитируют в кишечнике жуков) - до 1 см в длину. Среди ископаемых простейших встречались виды, размеры которых превосходили 6 см. В основу подразделения простейших на типы положены принципы строения их ядерного аппарата, оргanelл движения, ряда микроструктур, типов размножения и жизненных циклов. Так, саркомастигофоры характеризуются наличием оргanelл движения: жгутиков и псевдоподий, ядрами одного типа (за редкими исключениями), половым процессом (если он имеется) по типу копуляции. Апиокомплексы как исключительно паразитическая группа простейших обладают особым комплексом оргanelл на переднем (апикальном) конце молодых клеток для проникновения в клетку хозяина. У них отсутствуют оргanelлы движения, а жгутики имеются только у мужских гамет. У большинства наблюдается половой процесс — копуляция, и у многих образуются из зиготы ооцисты со спорами, с молодыми паразитами — спорозоитами.

**Покровные и опорные оргanelлы.** Часть видов одноклеточных не обладает покровными и опорными структурами. Клетка таких простейших ограничена лишь мягкой цитоплазматической мембраной. Такие виды не имеют постоянной формы тела (амебы). У других видов имеется плотная эластичная оболочка — *пелликула*, образующаяся за счет

уплотнения периферического слоя эктоплазмы и наличия в нем различных опорных фибрилл. У растительных жгутиконосцев наружная оболочка состоит из клетчатки.

В этом случае простейшие обладают определенной формой тела (инфузории, эвглени) и вместе с тем они сохраняют гибкость и могут изгибаться при движении, частично сокращаться. Другие одноклеточные имеют снаружи панцирь из чешуек, что препятствует изменению формы тела (диатомовые жгутиковые). Форму тела дополнительно могут поддерживать и другие опорные структуры — **фибриллы**, образующие, например, у некоторых инфузорий кортекс в эктоплазме. К опорным образованиям относится еще и скелет. Скелет простейших может быть наружным (раковина) или внутренним (скелетные капсулы, иглы). Раковина выделяется эктоплазмой клетки, и при этом образуется внеклеточное образование, имеющее защитную функцию. Внутренний скелет образуется в эндоплазме клетки. Формирование скелетных капсул и игл происходит путем биокристаллизации. Скелетные образования состоят из органических и минеральных веществ. Чаще всего скелеты простейших включают карбонат кальция или оксид кремния, реже сульфат стронция.

**Двигательные органеллы.** Наиболее примитивным способом движения у простейших можно считать амебоидное движение при помощи ложных ножек, или **псевдоподий**. При этом образуются особые выступы клетки, в которые перетекает цитоплазма. Такие органеллы движения присущи одноклеточным с непостоянной формой тела.

Более сложное движение свойственно простейшим, имеющим в качестве органелл движения жгутики или реснички. Строение жгутика и ресничек сходно.

Каждый жгутик снаружи покрыт трехслойной цитоплазматической мембраной. Внутри жгутика имеются фибриллы: две центральные и девять двойных периферических. Жгутик крепится в цитоплазме при помощи базального тельца — **кинетосомы**. Обычно жгутики производят вращающее движение, а реснички — гребное. Жгутики свойственны жгутиконосцам, а реснички — инфузориям.

Некоторые простейшие способны к быстрому сокращению тела за счет особых сократительных фибрилл — мионем. Например, сидячие инфузории-сувойки способны резко сокращать свой длинный стебелек и сворачивать его в спираль. Радиолярии способны то растягивать тело клетки на радиальных иглах, то сокращать его за счет сократительных волокон. Это обеспечивает им регуляцию свободного плавания в толще воды.

При неблагоприятных условиях многие простейшие инцистируются, т. е. выделяют вокруг себя плотную оболочку и превращаются в цисту. Цисты способствуют расселению простейших, так как переносятся по воздуху и воде. Среди простейших немало внутриклеточных паразитов, ведущих неподвижный образ жизни и не имеющих органелл движения.

**Типы питания и трофические органеллы.** По типу питания простейшие разнообразны. Среди них имеются автотрофы, способные к фотосинтезу. Это одноклеточные водоросли из жгутиковых. У них имеются в цитоплазме хлорофилловые зерна, или хроматофоры. Большинство простейших гетеротрофы, питающиеся, как животные, готовыми органическими веществами. Для одних простейших характерен голозойный способ питания (они поглощают твердые комочки пищи), для других — сапрофитный (эти простейшие поглощают растворенные органические вещества). Частицы пищи заглатывают амебы, инфузории. У них в цитоплазме образуются пищеварительные вакуоли, где происходит переваривание пищи. Такое заглатывание твердой пищи клеткой получило название фигоцитоза. При сапрофитном способе питания пищеварительные вакуоли не образуются. Простейшие могут заглатывать жидкость через временное впячивание

мембраны. При этом капля жидкости погружается в цитоплазму. Этот процесс называют пиноцитозом.

Некоторые виды обладают смешанным типом питания (миксотрофы). Они способны к фотосинтезу, как растения, и к питанию готовым органическим веществом, как животные. У них имеются в цитоплазме хлорофилловые зерна, но могут образовываться и пищеварительные вакуоли. К таким простейшим со смешанным типом питания относятся, например, эвглены, питающиеся на свету, как растения, а в темноте — как животные.

**Органеллы выделения и осморегуляции.** Выделение и осмо-регуляция осуществляются у простейших сократительными вакуолями. Они имеются только у пресноводных форм и отсутствуют у морских и паразитических видов, живущих в изотонической среде. Сократительная вакуоль в простейшем случае представляет собой пузырек в цитоплазме, регулярно заполняющийся жидкостью, которая затем удаляется наружу через пору в мембране клетки. Постоянное удаление избытка воды из клетки позволяет регулировать осмотическое давление в цитоплазме. Выделение продуктов обмена происходит у большинства простейших через поверхность клетки, а также через сократительную вакуоль, если она имеется. Особых органелл дыхания у них нет, и они поглощают кислород через клеточную мембрану.

**Ядерный аппарат** состоит из одного или нескольких ядер. Ядра регулируют обменные процессы клеток простейших и обеспечивают размножение. Ядра простейших варьируют по форме, числу, плоидности, функциям. У некоторых многоядерных простейших различают два типа ядер: генеративные и вегетативные.

Это явление получило название ядерного дуализма. Вегетативные ядра регулируют все жизненные процессы в клетке, а генеративные участвуют в половом процессе. Ядерный дуализм характерен для инфузорий, некоторых фораминифер. Ядра простейших могут быть гаплоидными на определенном этапе жизненного цикла, или диплоидными, или полиплоидными. Большинство простейших — одноядерные (монознергидные). Виды, у которых много ядер, называют полиэнергидными. При бесполом размножении простейших ядра делятся путем митоза. Ядра простейших, для которых известен половой процесс, претерпевают мейоз, или редукционное деление. В отличие от многоклеточных мейоз у одноклеточных разнообразен. В примитивном случае мейоз осуществляется в процессе одного деления клетки, в других, как у высших животных, в результате двух последовательных делений.

В одних случаях редукционное деление происходит после образования зиготы (зиготическая редукция), в других, как у многоклеточных,— при формировании гамет (гаметическая редукция).

**Типы размножения** простейших разнообразны. Им свойственно бесполое и половое размножение. Бесполое размножение осуществляется путем деления клетки на две или множество клеток (агамогония) при митотическом делении ядер. Половое размножение простейших характеризуется образованием половых клеток — гамет (гамогония) с их последующим слиянием (копуляция), что приводит к формированию зиготы, из которой развивается новый дочерний организм. У некоторых простейших (например, инфузорий) половой процесс — конъюгация происходит путем слияния не гамет, а генеративных ядер из разных клеток. При процессе копуляции сливающиеся гаметы могут быть одинаковыми по размеру и форме (изогамия) или разными (гетерогамия). В случае резких различий между гаметами, когда одна из гамет крупная, неподвижная, без жгутиков (оогамета), а другая мелких размеров, со жгутиками, такая копуляция получила название оогамии. При этом макрогамета (оогамета) приравнивается к яйцеклетке многоклеточных, а микрогамета — к спермию.

**Жизненный цикл** простейших представляет собой циклически повторяющийся отрезок развития вида между двумя одноименными фазами (например, от зиготы до зиготы). Жизненный цикл простейших может характеризоваться только бесполом типом размножения (от деления до деления), или только половым размножением (от зиготы до зиготы), или чередованием полового и бесполого размножения (метагенез). В дальнейшем будут рассмотрены более подробно различные типы жизненных циклов простейших.

Согласно современным концепциям, в протозоологии простейшие подразделены на семь типов: Тип Саркомастигофоры (Sarcomastigophora) — 25 тыс. видов, Тип Апикомплексы (Apicomplexa) — 4800 видов, Тип Микроспоридии (Microspora) — 800 видов, — 875 видов, Тип Инфузории (Ciliophora) — 7500 видов,

Подцарство Простейшие, или Одноклеточные (Protozoa)

- Тип Саркомастигофоры (Sarcomastigophora)
  - Подтип Жгутиконосцы (Mastigophora)
    - Класс Растительные жгутиконосцы (Phytomastigophorea)
    - Класс Животные жгутиконосцы (Zoomastigophorea)
  - Подтип Опалины (Opalinata)
  - Подтип Саркодовые (Sarcodina)
    - Класс Корненожки (Rhizopoda)
    - Класс Радиолярии, или Лучевики (Radiolaria)
    - Класс Солнечники (Heliozoa)
- Тип Апикомплексы (Apicomplexa)
  - Класс Перкинсеи (Perkinsea)
  - Класс Споровики (Sporozoea)
- Тип Миксоспоридии (Muxozoa)
  - Класс Миксоспоридии (Muxosporea)
  - Класс Актиноспоридии (Actinosporea)
- Тип Микроспоридии (Microspora)
- Тип Инфузории (Ciliophora)
  - Класс Ресничные инфузории (Ciliata)
  - Класс Сосущие инфузории (Suctoria)
- Тип Лабиринтулы (Labirinthomorpha)
- Тип Асцетоспоридии (Ascetospora)

## 2. Свободноживущие простейшие, паразитические жгутиконосцы

Саркодовые – представитель Амеба обыкновенная (далее амеба) обитает на дне пресноводных водоемов с загрязненной водой. Ее размер колеблется от 0,2 мм до 0,5 мм. По внешнему виду амеба похожа на бесформенный бесцветный комок, способный менять свою форму. Клетка амебы не имеет жесткой оболочки. Она образует выпячивания и впячивания. Выпячивания (цитоплазматические выросты) называют *ложноножками* или *псевдоподиями*. Благодаря им амеба может медленно двигаться, как бы перетекая с места на место, а также захватывать пищу. Образование ложноножек и перемещение амебы происходит за счет движения цитоплазмы, которая постепенно перетекает в выпячивание.



Хотя амеба одноклеточный организм и не может быть речи об органах и их системах, ей свойственны почти все процессы жизнедеятельности, характерные для многоклеточных животных. Амеба питается, дышит, выделяет вещества, размножается.

Цитоплазма амёбы не однородна. Выделяют более прозрачный и плотный наружный слой (*эктоплазма*) и более зернистый и жидкий внутренний слой цитоплазмы (*эндоплазма*).

В цитоплазме амёбы находятся различные органеллы, ядро, а также пищеварительная и сократительная вакуоли.

Питается амёба различными одноклеточными организмами и органическими остатками. Пища обхватывается ложноножками и оказывается внутри клетки, образуется *пищеварительная вакуоль*. В нее поступают различные ферменты, расщепляющие питательные вещества. Те, которые нужны амёбе, потом поступают в цитоплазму. Ненужные остатки пищи остаются в вакуоли, которая подходит к поверхности клетки и из нее все выбрасывается.

«Органом» выделения у амёбы является *сократительная вакуоль*. В нее поступают излишки воды, ненужные и вредные вещества из цитоплазмы. Заполненная сократительная вакуоль периодически подходит к цитоплазматической мембране амёбы и выталкивает наружу свое содержимое.

Эвглена зеленая — это одноклеточный организм, представитель простейших, относится к роду эвглен.

Эвглена зеленая сочетает в себе признаки как растений, так и животных. Ее клетка содержит хлорофилл и на свету может питаться за счет процесса фотосинтеза, как это делают растения. В темноте и при обилии органической пищи эвглена питается гетеротрофно, как животное, поглощая органику. Кроме способа питания ее роднит с животными также способность к активному передвижению.

Эвглена зеленая обычно обитает в загрязненных пресных водоемах. При ее сильном размножении вода приобретает зеленый оттенок («цветение воды»). Размер клетки около 0,05 мм, поэтому невооруженным глазом эвглену увидеть трудно. Тело вытянуто, на переднем конце есть один длинный жгутик, задний конец слегка расширен и заострен. Эвглена имеет эластичную оболочку, которая придает ей форму, но позволяет незначительно изменять форму клетки. Движение осуществляется в том направлении, где находится жгутик. Он ввинчивается в воду, сама клетка в это время крутится в другую сторону.

В клетке жгутик переходит в *базальное тельце*. Оно плотное и служит для крепления жгутика.

С той же стороны, где находится жгутик у эвглени зеленой находится *клеточный рот*, с помощью которого она заглатывает органические частицы. Этому помогает жгутик.

Также в передней части клетки находится светочувствительное образование - *глазок*, имеющий красный цвет. Эвглена зеленая обладает положительным фототаксисом, т. е. плавает в сторону света.

Дышит эвглена всей поверхностью. В нее из воды поступает кислород, который окисляет в митохондриях органические вещества и происходит выделение энергии. Побочными продуктами при дыхании являются вода и углекислый газ. Последний удаляется из клетки также как поступает кислород, т. е. через клеточную мембрану.

Инфузория-туфелька относится к типу Инфузории, который принадлежит Простейшим (одноклеточным эукариотам). Часто инфузориями-туфельками называют несколько похожих видов. Характерными особенностями всех инфузорий являются наличие ресничек (которые являются органами передвижения) и более сложное строение их клетки-организма по сравнению с другими простейшими (например, амёбами и эвгленами).

Инфузория-туфелька обитает в пресноводных, обычно загрязненных, водоемах. Размеры клетки от 0,2 до 0,6 мм. Форма тела похожа на подошву туфельки. При этом

передний конец, которым инфузория плывет вперед, — это «пятка туфельки»; а «носок» — это задний конец.

Тело инфузории-туфельки окружено ресничками.

Двигается клетка благодаря волнообразным сокращениям ресничек (каждая следующая в ряду изгибается чуть позже предыдущей). При этом каждая ресничка резко движется в одну сторону, после чего медленно возвращается на место. Скорость передвижения инфузории составляет около 2 мм в секунду.

Реснички крепятся к *базальным тельцам*. При этом половина из них ресничек не имеет. Базальные тельца, имеющие реснички и не имеющие их, чередуются.

Внешняя часть цитоплазмы (под клеточной мембраной) имеет структуры, позволяющие инфузории-туфельке сохранять свою форму. Эту часть цитоплазмы называют *цитоскелетом*.

В мембране есть *трихоцисты*, представляющие собой палочки, которые выбрасываются и «жалют» хищников, нападающих на инфузории-туфельки.

У клетки инфузории-туфельки есть достаточно глубокая впадина (как бы мембрана вогнута внутрь клетки). Это образование называют *клеточным ртом*, переходящим в *клеточную глотку*. Они окружены более длинными и толстыми ресничками, которые загоняют в них пищу. Чаще всего едой служат бактерии, одноклеточные водоросли. Инфузории их находят по выделяемым ими веществам.

Среди простейших организмов есть множество паразитов животных и человека. Ниже перечислены паразитические простейшие, вызывающие наиболее серьезные и часто встречающиеся заболевания.

*Дизентерийная амeba*

Дизентерийная амeba похожа на обыкновенную, но мельче ее и имеет более короткие и широкие корненожки. В пищеварительную систему человека она попадает через рот в стадии цист. В толстом кишечнике амeba выходит из цисты и питается бактериями, не нанося вреда человеку. В дальнейшем этот простейший организм начинает внедряться в стенку кишечника, питаться эритроцитами крови, и становится паразитом. В кишечнике образуются язвы, истощающие организм человека. Возникает заболевание амebная дизентерия, или амebиаз.

Дизентерийная амeba может попадать в кровяное русло и достигать печени. Здесь также паразит приводит к образованию гнойных язв.

Образуя цисты, амebы покидают организм человека с неперевааренными остатками пищи. Легкие цисты легко разносятся. Если не мыть руки и еду, то ими можно заразиться.

*Малярийный плазмодий*

Плазмодии представляют собой паразитических простейших. Некоторые виды плазмодиев вызывают у человека заболевание малярию. Переносчиком малярийных плазмодиев является малярийный комар. Во время укуса насекомого плазмодий проникает в кровь хозяина. Вместе с кровью он достигает печени, питается там, растет и размножается. После этого множество плазмодиев снова выходят в кровяное русло и начинают паразитировать на эритроцитах, разрушая их и выделяя свои продукты жизнедеятельности, которые отравляют хозяина. У человека начинается лихорадка, он страдает от малокровия.

Если больного малярией снова укусит малярийный комар, то теперь плазмодии попадут от человека к комару. В теле комара плазмодий размножается половым путем.

Малярия распространена в Африке. Это очень опасное заболевание. С малярией борются в том числе и уничтожая малярийных комаров.

*Трипаномы*

Род трипаномы составляют простейшие-паразиты, имеющие жгутики (по родству близкие к эвглeне). Основной их хозяин — позвоночное животное, а переносчиками обычно

являются насекомые. Разные представители трипаносом вызывают разные заболевания животных и человека. Паразитируют в основном в крови и спинномозговой жидкости. Самым известным и распространенным заболеванием, вызываемым видом трипаносом, является сонная болезнь.

Переносчиком сонной болезни является муха цеце. Данное заболевание характерно для тропической Африки. Сонная болезнь развивается в две стадии: первые недели человека мучает лихорадка и боли, через месяц или более наступает сонливость, нарушение сна и координации, изменение сознания. Болезнь легче лечится на первой стадии.

#### Лямблии

Лямблии — род жгутиковых простейших-паразитов. Кишечная лямблия вызывает у человека и животных лямблиоз, при котором паразит живет в тонкой кишке.

Человек заражается лямблиозом при поедании немытой пищи, содержащей цисты лямблии. Выйдя из цисты, лямблия присасывается к кишечнику и питается переваренной пищей.

#### Лейшмании

Лейшмании — это еще один род простейших-паразитов. Они вызывают лейшманиозы у человека и многих других животных. Переносчиками являются москиты.

Существуют различные виды лейшманиозов, связанные с поражением различных тканей организма. Одним из них является кожное заболевание пендинская язва.

#### Кокцидии

Кокцидии паразитируют на многих животных, в том числе червях, членистоногих, рыбах. Вызывают заболевания кокцидиозы, которые наносят серьезный урон в животноводстве и рыбоводстве.

Кокцидии расселяются в виде спор, содержащих клетки паразитов.

К кокцидиям относится род Токсоплазмы. Их представители вызывают у человека такое широко распространенное заболевание как токсоплазмоз. Человек заражается от домашних питомцев или плохо приготовленной мясной пищи. Токсоплазмы поражают многие органы, в том числе нервную систему.

## **1. 2 Лекция №2 (2 часа).**

**Тема:** Подцарство многоклеточные. Тип Губки. Тип кишечнополостные

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Теории Геккеля и Мечникова.
2. Тип Губки. Характеристика губок как организмов, стоящих на клеточном уровне.
3. Прогрессивные черты организации одиночной гидры и морского гидроидного полипа.
4. Сравнительная характеристика сцифоидных медуз и гидроидных.

### **1.1.2 Краткое содержание вопросов:**

## **1. Теории Геккеля и Мечникова**

По вполне объективным причинам мы не можем с уверенностью обозначить истинные пути возникновения многоклеточных организмов. Однако на протяжении истории биологии немало ученых пытались ответить на этот вопрос. И в качестве их наследия сегодня существует бесчисленное множество научных и еще больше откровенно ненаучных

теорий происхождения многоклеточных. Наиболее известными считаются гипотезы Э.Геккеля, И.И.Мечникова и И.Хаджи.

По мнению немецкого биолога Эрнста Геккеля (1874), многоклеточные произошли от высокоорганизованных колониальных простейших шаровидной формы. Эти микроорганизмы не могут считаться многоклеточными, поскольку все клетки у них одинаковые и они расположены в один слой. Появление двухслойности Геккель связывал с процессом инвагинации, по аналогии с известным способом образования двухслойной гастролы из однослойной бластулы (те же самые события происходят, если проткнуть стену футбольного мяча и нажать на него). Клетки, оказавшиеся при этом внутри, не могли сохранять своего прежнего строения и функции. Поэтому они должны были видоизмениться и выполнять, главным образом, пищеварительные функции, переваривая пищевые частицы, которые поступали в образовавшуюся первичную кишечную полость. Наружные же клетки сохраняли реснички, с помощью которых такое многоклеточное животное плавало. Геккель назвал свой гипотетический организм гастреей.

Несколько иную гипотезу предложил наш соотечественник, один из основателей иммунологии, великий отечественный ученый И.И.Мечников. Он так же, как и Геккель, «производил» многоклеточных из колониальных жгутиконосцев типа вольвокса. Однако возникновение двухслойности он связывал не с инвагинацией стенки внутрь, а с миграцией туда отдельных клеток из наружного слоя. После этого, по мнению ученого, прорывался первичный рот, через который в первичную кишечную полость поступала пища и усваивалась клетками внутреннего слоя. Эти же клетки, по мнению Мечникова, осуществляли половой процесс.

Функцией клеток наружного слоя осталось движение, восприятие сигналов и защита. На такие мысли Мечникова навели данные по гастролации у низших многоклеточных животных – она осуществляется путем миграции, а не инвагинации. Ученый назвал свой гипотетический микроорганизм фагоцителлой.

Третья из рассматриваемых теорий предполагает возникновение многоклеточных не из колониальных простейших, которые сохраняют немало примитивных черт и к тому же способны к автотрофному питанию, а из наиболее высокоорганизованных, вроде инфузорий.

Наиболее известным сторонником этой идеи считается югославский зоолог Иован Хаджи. Он считал, что многоклеточность возникла сразу, путем разделения на клетки специализированных участков цитоплазмы. При этом из сократительных вакуолей в полнее могли возникнуть органы выделения, а из мионем – мускулатура и т.д. Некоторые другие сторонники похожих взглядов считают, что в качестве прототипа многоклеточных могли служить многоядерные плазмодии с ядрами разных типов (вегетативные, генеративные). В этом случае появление клеток связывают с одномоментным обособлением цитоплазмы вокруг ядер плазмодия.

## **2. Тип Губки. Характеристика губок как организмов, стоящих на клеточном уровне**

Губки (Porifera) – тип одних из наиболее примитивных многоклеточных животных, большинство из которых лишено общей характерной симметрии тела. У некоторых одиночных губок наблюдается гетерополярная осевая симметрия. В связи с тем, что тела губок не дифференцируются на ткани, этот тип выделяется в отдельное подцарство Parazoa. Функционально клетки губок слабо связаны между собою.

Тело губок высотой от 1,5 мм до 1 м состоит из двуслойной пористой стенки, окружающей центральную полость. Между слоями стенки находится студёнистая **мезоглея**, в которой содержатся клетки разного рода. Губки ведут неподвижный образ жизни,

прикрепляясь своим основанием к субстрату. Только устье и поры способны немного сужаться. Под действием жгутиковых клеток – хоаноцитов, выстилающих внутреннюю поверхность губок, вода со взвешенными пищевыми частицами закачивается через поры во внутреннюю полость. Здесь различные органические вещества, а также бактерии и планктон захватываются хоаноцитами. Продукты метаболизма выходят вместе с водой наружу через широкое устье. Некоторые губки прокачивают сквозь себя за день до полутора тонн воды.

Известковые губки обычно живут в среднем до одного года. Большинство мелких четырехлучевых и кремнеугольных губок живет в пределах 1—2 лет. Более крупные стеклянные и обыкновенные губки относятся к долгоживущим организмам. Так, экземпляры конской губки (*Hippospongia communis*) около 1 м в диаметре, по мнению специалистов, достигают возраста не менее 50 лет.

В общем губки растут довольно медленно. Наибольшая скорость роста у форм с коротким сроком жизни. Некоторые известковые губки (*Sycon ciliatum*) за 14 дней вырастали до 3, 5 см в высоту, т. е. достигали почти максимальной своей величины. Пресноводные губки сравнительно недолговечны и живут обычно всего несколько месяцев.

Губки почти всегда имеют внутренний скелет, служащий опорой всего тела и стенок многочисленных каналов и полостей. Скелет может быть известковым, кремниевым или роговым. Макросклеры в основном представлены простыми, или одноосными, трехлучевыми, четырехлучевыми и шестилучевыми иглами.

Тип губок делят на три класса: известковые (*Calcispongia*), стеклянные, или шестилучевые (*Hyalospongia*), и обыкновенные губки (*Demospongia*). К первым относятся губки с известковым скелетом, ко вторым — содержащие кремниевые шестилучевые иглы, и к последним — все остальные, т. е. губки, имеющие кремниевые четырехлучевые и одноосные иглы, а также роговые губки и очень немногие губки, совершенно лишенные скелета.

Форма тела губок чрезвычайно разнообразна. Часто они имеют вид корковых, подушковидных, ковриговидных или комкообразных обрастаний и наростов на камнях, раковинах моллюсков или на каком-нибудь другом субстрате. Нередко среди них встречаются также более или менее правильные шаровидные, бокаловидные, воронкововидные, цилиндрические, стебельчатые, кустистые и иные формы.

Поверхность тела обычно неровная, в различной степени игольчатая или даже щетинистая. Лишь иногда она бывает относительно гладкой и ровной. Многие губки имеют мягкое и эластичное тело, некоторые более жесткие или даже твердые. Тело губок отличается тем, что легко рвется, ломается или крошится. Разломив губку, можно видеть, что она состоит из неровной, ноздреватой массы, пронизанной идущими в разных направлениях полостями и каналами; достаточно хорошо различимы также элементы скелета — иглы или волокна.

Размеры губок варьируют в широких пределах: от карликовых форм, измеряемых миллиметрами, до очень крупных губок, достигающих одного метра в высоту и более.

Аскон. В наиболее простом случае тело губки имеет вид небольшого тонкостенного бокала или мешочка, основанием прикрепленного к субстрату, а отверстием, которое называется устьем или оскулумом, обращенного вверх. Поры, пронизывающие стенки тела, ведут в обширную внутреннюю, атриальную, или парагастральную, полость. Стенки тела состоят из двух слоев клеток — наружного и внутреннего. Между ними располагается особое бесструктурное (студенистое) вещество — мезогля, в котором содержатся разного рода клетки. Наружный слой тела состоит из плоских клеток — пинакоцитов, образующих кроющий эпителий, который отделяет мезоглею от окружающей губку воды. Отдельные более крупные клетки кроющего эпителия, так называемые

пороциты, имеют внутриклеточный канал, открывающийся наружу поровым отверстием и обеспечивающий связь внутренних частей губки с наружной средой. Внутренний слой стенки тела состоит из характерных воротничковых клеток, или хоаноцитов. Они имеют вытянутую форму, снабжены жгутом, основание которого окружено плазматическим воротничком в виде открытой воронки, обращенной в сторону атриальной полости. В мезоглее содержатся неподвижные звездчатые клетки (колленциты), являющиеся соединительноткаными опорными элементами, клетки-скелетообразовательницы (склеробласты), образующие скелетные элементы губок, разного рода подвижные амебоциты, а также археоциты — недифференцированные клетки, которые могут превращаться во все прочие клетки, и в том числе в половые. Так устроены губки простейшего асconoидного типа. Хоаноциты здесь выстилают атриальную полость, которая сообщается с внешней средой посредством пор и устья.

**Сикон.** Дальнейшее усложнение в строении губок связано с разрастанием мезоглеи и впячиванием в нее участков атриальной полости, образующих радиальные трубки. Хоаноциты теперь сосредоточены только в этих впячиваниях, или жгутиковых трубках, и исчезают с остальных участков атриальной полости. Стенки тела губки становятся более толстыми, и тогда между поверхностью тела и жгутиковыми трубками образуются особые ходы, получившие название приводящих каналов. Таким образом, при сиконидном типе строения губок хоаноциты выстилают жгутиковые трубки, которые сообщаются с внешней средой, с одной стороны, посредством наружных пор или системы приводящих каналов, а с другой — через атриальную полость и устье.

**Лейкон.** При еще большем разрастании мезоглеи и погружении в нее хоаноцитов образуется самый развитый, лейконоидный тип строения губок. Хоаноциты сосредоточены здесь в небольших жгутиковых камерах, которые, в отличие от жгутиковых трубок типа сикон, не открываются непосредственно в атриальную полость, а связаны с ней особой системой отводящих каналов. Следовательно, при лейконоидном типе строения губок хоаноциты выстилают жгутиковые камеры, которые сообщаются с внешней средой, с одной стороны, посредством наружных пор и приводящих каналов, а с другой — через систему отводящих каналов, атриальную полость и устье. Большинство губок во взрослом состоянии имеет лейконоидный тип строения тела. У лейкона, так же как и у сикона, кроющий эпителий (пинакоциты) выстилает не только наружную поверхность губки, но и атриальную полость и систему каналов.

Как уже отмечалось, губки — неподвижные животные и не способны к каким-либо изменениям формы тела. Лишь при довольно сильном раздражении у некоторых губок наблюдается очень медленное сужение отверстий (устий и пор) и просветов каналов.

**Дыхание.** Как и большинство животных, обитающих в водной среде, губки используют для дыхания растворенный в воде кислород. Ток воды, проникающий во все полости и каналы губки, снабжает близлежащие клетки и мезоглею кислородом и уносит выделяемую ими углекислоту. Таким образом, газовый обмен с наружной средой осуществляется у губок непосредственно каждой клеткой или через мезоглею.

**Питание.** Губки питаются главным образом взвешенными в воде остатками отмерших животных и растений, а также мелкими одноклеточными организмами. Частицы пищи приносятся с током воды к жгутиковым камерам, где они захватываются хоаноцитами и затем поступают в мезоглею. Здесь пища попадает к амебоцитам, которые разносят ее по всем частям тела губки. Внутри этих клеток, в пищеварительных вакуолях, образующихся вокруг захваченных частиц, происходит переваривание пищи. Видно, как амебоцит образует вырост тела — ложноножку, направленную в сторону частицы пищи, поступающей в мезоглею. Постепенно ложноножка охватывает эту частицу и втягивает ее внутрь клетки. Уже в вытянутой ложноножке появляется пищеварительная вакуоля — пузырек, наполненный жидким содержимым, имеющим вначале кислую, а затем щелочную

реакцию, при которой и происходит переваривание пищи. Захваченная частица растворяется, а на поверхности вакуоли появляются зерна жироподобного вещества. Так происходит переваривание и усвоение пищевого материала клетками губок. Более крупные частицы, застревающие в приводящих каналах, захватываются выстилающими их клетками и также попадают в мезоглею. Если такая частица слишком крупна и не помещается внутри амебоидной клетки, она окружается несколькими амебоцитами, и переваривание пищи происходит внутри такой клеточной массы. У некоторых губок переваривание пищи происходит также и в хоаноцитах.

**Выделение.** Непереваренные остатки пищи выбрасываются в мезоглею и постепенно скапливаются около отводящих каналов, а затем поступают в просветы каналов и выводятся наружу. Иногда сами амебоциты, приближаясь к отводящим каналам, выделяют туда зернистое содержимое своих вакуолей.

Губки не обладают избирательной способностью к захвату только пищевых частиц. Они поглощают все взвешенное в воде. Поэтому в тело губки постоянно попадает большое количество мелких неорганических частиц. О дальнейшей судьбе их достаточно красноречиво свидетельствует опыт по окраске воды аквариума кармином. Очень скоро красные частицы кармина попадают внутрь хоаноцитов, а затем в мезоглею, где подхватываются амебоцитами. Постепенно вся губка окрашивается в красный цвет, а ее клетки переполняются частицами кармина. Через несколько дней клетки губки, и в первую очередь хоаноциты, освобождаются от этих неорганических частиц и губка приобретает нормальный цвет.

Лучше всего изучено размножение известковых, кремнеугольных и отчасти четырехлучевых губок. Относительно стеклянных губок вполне достоверные сведения имеются лишь об их бесполом размножении.

**Половое размножение.** Среди губок встречаются как раздельнополые, так и гермафродитные формы. Какого-либо внешнего различия мужских и женских особей в случае раздельнополости не наблюдается. Половые клетки образуются из археоцитов в мезоглее губки. Там же происходит рост и созревание яиц и формирование сперматозоидов. Зрелые сперматозоиды выходят из губки наружу и с током воды по системе приводящих каналов попадают в жгутиковые камеры других губок, имеющих зрелые яйца. Здесь они захватываются хоаноцитами и передаются в мезоглею амебоцитам, которые транспортируют их к яйцам. Иногда сами хоаноциты, теряя жгутики, подобно амебоцитам, переносят сперматозоиды к яйцам, обычно расположенным вблизи жгутиковых камер.

Дробление яйца и формирование личинки у большинства губок протекают внутри материнского организма. Лишь у представителей некоторых родов четырехлучевых губок (*Cliona*, *Tethya*) яйца выходят наружу, где и развиваются.

Скелет губок развивается в мезоглее. Он состоит из фибриллярного белка коллагена или органического вещества спонгина и миллионов микроскопических игл (**спикул**), образованных кремнезёмом или углекислой известью. Строение скелета служит основным признаком классификации губок. Около 5000 видов губок, встречающихся преимущественно в морях от поверхности до глубины 8 км, разделяются на три класса: известковые губки (скелет из карбоната кальция), обыкновенные губки (скелет из одно- или четырёхосных игл кремнезёма, реже из спонгина), стеклянные или шестилучевые губки (кремнезёмный скелет из шестиосных игл). К обыкновенным губкам относятся более 95 % всех видов.

Известковые губки известны с докембрия, стеклянные – с девона. В настоящее время большинство исследователей, вслед за Иваном Мечниковым, рассматривают в качестве предка губок гипотетическое животное — фагоцителлу. Об этом свидетельствует строение личинки губок, близкой к наиболее архаичным животным из подцарства фагоцителлообразных — трихоплаксам. Однако Геккель считал, что губки произошли от

воротничковых жгутиконосцев, в колониях которых возникли анатомические и функциональные различия.

Практическое значение губок невелико: они применяются в качестве украшений, для медицинских и технических целей. Греческие туалетные губки издавна использовались человеком в качестве природного гигиенического средства.

### **3.Прогрессивные черты организации одиночной гидры и морского гидроидного полипа.**

Кишечнополостные – водные (преимущественно морские) одиночные или колониальные животные. Практически все кишечнополостные – хищники, питающиеся планктоном, личинками беспозвоночных и даже мальками рыб. Немногие из них (например, кунина) ведут паразитический образ жизни. В основе классификации типа лежит соотношение между жизненными стадиями медузы и полипа. Примерно 10 000 видов кишечнополостных делятся по наиболее распространённой классификации на три класса: гидроидных, сцифоидных и коралловых полипов. Первые два класса иногда объединяются в подтип медузовых (Medusozoa).

В классе гидроидных (Hydrozoa) доминируют полипы, обычно образующие путём почкования ветвистую колонию из огромного числа особей – гидрантов. От полипов отпочковываются медузы, живущие, как правило, недолго; некоторые виды не образуют медуз.

6–7 отрядов гидроидных разделяются на 4000 видов, встречающихся, в основном, в морях. Большинство обитают на литорали, лишь немногие гидромедузы – глубоководные формы. Некоторые гидроидные (гонимонема, португальский кораблик) вызывают сильные ожоги, опасные для человека.

Гидра– характерный представитель пресноводных полипов – обитает в озёрах, прудах и реках. Цилиндрическое тело подошвой прикреплено к субстрату; на противоположном конце имеется рот, окружённый щупальцами. Оплодотворение внутреннее. Находящиеся в эктодерме интерстициальные клетки способствуют регенерации повреждённых тканей. Гидру можно резать на куски, даже вывернуть наизнанку – всё равно она будет жить и расти. Гидра окрашена в зелёный или бурый цвет; длина тела составляет от 5 мм до 1 см. Срок её жизни составляет лишь один год.

Иногда в отдельный класс выделяются сифонофоры, образующие плавающие на поверхности воды колонии. Отдельные особи, входящие в её состав, различаются внешним видом в зависимости от выполняемых функций. Плавательный пузырь с газом поддерживает колонию в горизонтальном положении, а иногда служит парусом

### **4.Сравнительная характеристика сцифоидных медуз и гидроидных.**

Сцифоидные(Scyphozoa), наоборот, выделяются свободноплавающими медузами, размеры которых колеблются от нескольких миллиметров до 2–3 м (цианея); щупальца цианеи вытягиваются в длину до 20 м. Полип развит слабо, иногда его нет совсем. Кишечная полость разделена неполными перегородками на камеры. Сцифомедузы живут несколько месяцев.

Около 200 видов в умеренных и тропических водах Мирового океана. Некоторые виды (корнероты, аурелия) употребляются в солёном виде в пищу. Многие медузы при прикосновении вызывают сильные покраснения и ожоги. Австралийская сцифомедуза хиродрофус может вызвать смертельные ожоги у людей.

Класс гидроидные по классификации относятся к многоклеточным животным типа кишечнополостных. Это водные стрекающие беспозвоночные. Класс включает 7 отрядов: гидры, сифонофоры, лептолиды, трахимедузы, дискомедузы, наркомедузы, лимномедузы. В настоящее время изучено более 2500 видов вышеупомянутого класса. Представители



класса, в основном, обитают в морях. Пресноводная гидра и некоторые медузы являются исключением, так как встречаются в пресноводных водоемах - реках и озерах. Ископаемые останки многих гидроидных сохранились с мелового периода, но имеются сведения о нахождении гидроидных медуз даже в нижнекембрийских пластах. Доказано, что стадия полипа у представителей этого класса развивается из двух зародышевых листков, тогда как стадия медузы – из трех. Это доказательство того, что в процессе эволюции переход от животных с двумя зародышевыми листками к таковым с тремя листками произошел именно в ходе развития гидроидных, то есть на стадии отпочковывания медузы от полипа.

У большинства гидроидных происходит чередование поколений, при котором полипы заменяются половым поколением – медузами. Но у отдельных видов жизненный цикл может не иметь стадии медузы или полипа, однако во всех случаях присутствует личинка - планула. Таким образом, для гидроидных характерно как бесполое, так и половое размножение. Представители этого класса ведут одиночный образ жизни либо формируют колонии. Причем встречаются колонии, в которых объединены гидроидные полипы и медузы, как у сифонофоров. Образование колоний осуществляется в ходе почкования особей, при этом молодые особи остаются прикрепленными к общему стволу. Из отдельных почек формируются медузы, которые отходят от колонии и ведут свободный образ жизни. Пресноводные гидры – это одиночные организмы, ведущие прикрепленный образ жизни, тогда как морские их «собратья» выглядят как мелкие кустики, состоящие из множества особей, количество которых может достигать нескольких тысяч. Колония крепится основанием к камням, грунту или любому другому плотному субстрату. Ветвящийся ствол расположен вертикально, а на его выростах находятся члены колонии, называемые гидрантами. Вокруг ротового отверстия каждого полипа расположены длинные щупальца для захвата пищи. Эти животные - хищники, так как питаются мельчайшими ракообразными планктона - дафниями и циклопами. Основное большинство гидроидных обитают в литоральной зоне, среди них мало глубоководных форм.

В строении всех гидроидных различают два слоя клеток – наружный (эктодерму) и внутренний (энтодерму). Внутри тела располагается одна кишечная полость, предназначенная для переваривания пищи. В наружном слое различают такие основные группы клеток, как покровно-мускульные, стрекательные, промежуточные. Благодаря сокращению покровно-мускульных клеток, происходит сокращение и расслабление всего организма или отдельных щупалец, а стрекательные клетки выделяют яд, парализующий или убивающий жертву. Далее пища попадает внутрь тела полипа. Во внутреннем слое различают железистые и пищеварительно-мускульные клетки. Внутриволокнистое переваривание пищи происходит, благодаря выделению пищеварительного сока железистыми клетками, а внутриклеточное, благодаря работе клеток второго типа, которые ложноножками захватывают частицы пищи и переваривают их в пищеварительных вакуолях. Через рот гидроидные выбрасывают наружу остатки непереваренной пищи. Выделительной и дыхательной систем кишечнотелостные не имеют, эти процессы осуществляются у них через всю поверхность тела. Для гидроидных кишечнотелостных характерно проявление защитных рефлексов. Это обусловлено деятельностью нервной сети, состоящей из отдельных нервных клеток, рассредоточенных по телу особи. В ответ на действие раздражителя при посредстве нервной сети происходит сокращение кожно-мускульных клеток. Многие кишечнотелостные способны быстро регенерировать, при этом восстанавливаются не только поврежденные, но и утраченные участки организма.

Значение гидроидных велико. Они являются важными звеньями в пищевых цепях в водном мире. В оболочках некоторых представителей гидроидных накапливаются известковые соли, в связи с чем, скопления таких погибших гидроидных в течение тысячелетий образовали известковые рифы.

Медузы – это группа свободноплавающих особей полового поколения морских животных, относящихся к типу кишечнополостные. Медузоидное поколение характерно для классов гидроидных, сцифоидных и кубомедуз. Они отличаются по строению тела. Терминами сцифомедузы и кубомедузы обозначают все стадии жизненного цикла видов соответствующих классов.

Подавляющее большинство медуз появляются после отпочковывания от полипов - особей бесполого поколения, прикрепленных к предметам. Размножение происходит половым путем, в результате чего образуются плавающие личинки (планулы). Для некоторых гидроидных медуз характерно бесполое размножение почкованием либо поперечным делением. Из планулы образуется полип (бесполое поколение). По достижении полипом зрелости от него снова отрываются молодые медузы в процессе почкования.

Пищей медузам служат планктонные организмы, в том числе яйца и личинки определенных видов рыб. Сами медузы, в свою очередь, входят в состав рациона питания крупных рыб.

Тело типичной медузы прозрачное и студенистое (состоит из воды на 95%), по форме похоже на зонтик или колокол. Благодаря такому строению, медуза способна к реактивному движению. Животное при сокращении мышц стенок тела выталкивает из-под колокола воду и движется в противоположном направлении. Но медузы не могут противоборствовать сильным течениям, и поэтому считаются элементами планктона. Вне воды жизнь медузы невозможна.

По периметру колокола медузы размещены щупальца различной длины (до 30 м) и органы чувств (видоизмененные щупальца) – органы зрения («глазки») и равновесия. На щупальцах расположены особые стрекательные клетки для охоты на жертв и защиты от врагов. Они могут быть нескольких типов. У некоторых видов остроконечные стрекательные нити вонзаются в тело добычи, при этом впрыскивается ядовитое вещество. У других медуз длинные липкие нити обездвиживают жертву. Могут быть у медуз короткие стрекательные нити, в которых жертва запутывается.

Ротовое отверстие медузы находится на нижней вогнутой стороне тела. У большинства видов рот окружен ротовыми лопастями со стрекательными клетками. Рот служит как для употребления пищи, так и для удаления из организма непереваренных остатков. Пища попадает в желудок, от которого радиально отходят гастроваскулярные каналы. Дыхание медузы осуществляется через всю поверхность тела. Нервная система медуз развита лучше, чем у коралловых и гидроидных полипов. Она представлена нервным сплетением, более разветвленным в щупальцах и на нижней части колокола, а также двумя нервными кольцами. Половые железы находятся рядом с желудком. Оплодотворение и развитие молодых особей происходит в воде. Только у некоторых сцифоидных медуз оплодотворение яиц и развитие планул осуществляется в организме матери.

Размеры медуз варьируют от нескольких миллиметров до двух метров. Самая большая медуза в мире – арктическая, или полярная, обитающая в холодных морях. Ее тело достигает в диаметре двух метров, а щупальца могут достигать в длину 30 метров. Наиболее ядовитая медуза-крестовичок, ее размеры всего до 2 см. Среда ее обитания – заросли водорослей в Японском море. Ожоги медузы данного вида смертельны для человека.

Представители медуз Черного моря – это корнерот, аурелия, гребневик мнемииопсис. Интересен род *Turritopsis nutricula*, обитающих в морях тропического и умеренного поясов. Они стали широко известны, благодаря особенностям своего жизненного цикла. Большинство погибают после размножения, а эти кишечнополостные способны из половозрелой стадии возвращаться к «детской» - стадии полипа. Если предположить, что этот процесс бесконечен, то медузы данного рода бессмертны.

Недавно при исследовании глубин Целебесского моря южнее Филиппин была обнаружена оригинальная черная медуза. Данная находка поразила даже известных ученых, так как полагают, что найденный вид до настоящего времени был неведом науке.

### **1.3 Лекция № 3 ( 2 часа).**

**Тема:** Тип Плоские черви

#### **1.3.1 Вопросы лекции:**

1. Особенности организации турбеллярий как свободноживущих червей.
2. Особенности организации трематод в связи с эндопаразитическим образом жизни.
3. Морфология и биологические особенности ленточных червей в связи с паразитическим образом жизни.

#### **1.3.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Особенности организации турбеллярий как свободноживущих червей.**

Плоские черви - двустороннесимметричные животные с уплощенным в спинно-брюшном направлении телом. Покровы и лежащие под ним слои мышечных волокон образуют кожно-мускульный мешок. Первичная полость тела заполнена рыхлой массой клеток - паренхимой, в которой расположены различные внутренние органы. Специальные органы дыхания отсутствуют. У форм, имеющих пищеварительную систему, кишечник (обычно разветвленный) заканчивается слепо: анальное отверстие отсутствует. У одной из паразитических групп плоских червей - ленточных червей - органов пищеварения нет и пища всасывается через покровы осмотически. Органы выделения представлены протонефридиями. Плоские черви, за редким исключением, гермафродиты.

Развитие происходит обычно с метаморфозом, реже - без него.

Описаны около 12 тыс. видов плоских червей. Часть из них живут в морях, пресных водоемах и почве, но большинство являются наружными или внутренними паразитами различных животных и человека.

В тип Плоские черви входят следующие классы: Ресничные черви (Turbellaria), Сосальщики (Trematoda), Ленточные черви (Cestoda) и др.

Турбеллярий ведут свободный, хищный образ жизни, лишь немногие из них паразиты. Обитают на дне морей и океанов, в пресных и солоноватых водоемах. Небольшое количество видов приспособлено к жизни на поверхности почвы в очень теплых влажных местах земного шара. Известно около 3400 видов.

Строение. Форма тела чаще всего листообразная. Длина тела от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, но некоторые виды (в особенности морские) достигают значительной величины (до нескольких десятков сантиметров). Окраска тела белая, черная, коричневая и др. Очень ярко окрашены многие морские виды. В кожном покрове имеются особые клетки, содержащие блестящие палочковидные образования — раб-диты, которые под влиянием внешних раздражений извергаются в воду и образуют клейкую массу, играющую защитную роль или служащую для нападения на жертв. Многочисленные кожные железы выделяют вещества, облегчающие скольжение по субстратам, прикрепление к последним и т. п. Разнообразные твердые кожные образования

различной формы, служащие для нападения на мелких животных, используются при половых актах и т. д. Основные сведения о нервной, двигательной, выделительной системах и процессах диссимиляции у турбеллярий сообщены в характеристике типа.

**Пищеварительная система.** Строение пищеварительной системы в разных группах класса различно. Рот у большинства видов находится в разных местах брюшной стороны или на заднем конце тела. Последнее положение, возможно, было начальным, так как оно сходно с положением рта у гастролы. У самых простых турбеллярий — бескишечных — рот ведет или прямо, или через просто устроенную глотку в рыхлую паренхиму, клетки которой захватывают пищу и переваривают ее. Однако таких турбеллярий некоторые зоологи считают не простыми, а упрощившимися. У большинства же видов класса имеется мускулистая глотка, способная выпячиваться для захвата мелких животных (все турбеллярии — хищники), и кишка, реже прямая, а большей частью разветвленная. Количество разветвлений, как и у медуз, в основном зависит от размеров тела. Пищеварение, как правило, происходит в клетках кишечника, но отмечаются и случаи пищеварения в кишечной полости. Анального отверстия нет, и непереваренные остатки пищи удаляются через рот. Таким образом, описанная система в основном похожа на пищеварительную систему кишечнополостных, однако лучшее развитие нервной и мышечной систем облегчает ресничным червям охоту на их жертву.

**Размножение.** Все турбеллярии размножаются половым путем, но у ряда видов наблюдается также деление червей на две и более особей. Половой аппарат гермафродитный.

## **2. Особенности организации трематод в связи с эндопаразитическим образом жизни.**

Класс плоских черви, наружные и внутренние паразиты человека и других животных. У половозрелых сосальщиков уплощенное листовидное или языковидное тело; размеры варьируют от микроскопических до длины 30 см. Наиболее характерный внешний признак - наличие присосок, которыми животное прикрепляется к тканям животных-хозяев. У большинства видов одна присоска окружает ротовое отверстие, а вторая находится на брюшной стороне. Иногда есть третья присоска у заднего конца тела. Сосальщики - облигатные паразиты, т.е. не способны развиваться без хозяев, от которых получают питательные вещества и кислород.

Класс делят на три подкласса: моногенетические сосальщики (Monogenea), дигенетические сосальщики (Digenea) и аспидогастреи (Aspidogastrea). Первые - в основном наружные паразиты холоднокровных животных, в частности рыб, амфибий и рептилий. Аспидогастреи - наружные или внутренние паразиты, главным образом моллюсков. Черви этих двух подклассов обычно развиваются без смены хозяев. Из яйца вылупляется ресничная личинка, которая прикрепляется к животному того же вида, на котором созревает. Все дигенетические сосальщики - внутренние паразиты человека и других теплокровных. К этому подклассу относятся кровяные, печеночные и легочные сосальщики. Жизненный цикл дигенетических сосальщиков сложный и обычно происходит с участием как минимум одного промежуточного хозяина. Половозрелые черви откладывают сотни тысяч яиц, которые рано или поздно попадают из зараженного животного в пресный водоем или на его берег. Там из них сразу же (в воде) или после проглатывания промежуточным хозяином (на суше) вылупляется ресничная личинка - мирацидий. Промежуточными хозяевами обычно служат пресноводные улитки, двустворки или рачки. В их теле сосальщик развивается до личиночной стадии, способной заразить окончательного хозяина. Печеночные сосальщики поселяются в его печени и желчных протоках. Среди этих червей наибольшего внимания заслуживают следующие два вида. Печеночная двуустка (*Fasciola*

heratica), вызывающая гельминтоз (глистное заболевание), называемый фасциолезом, с печеночными коликами и холециститом, наиболее характерна для областей с развитым овцеводством. Взрослый червь - мясистый, листовидный гермафродит длиной ок. 30 и шириной 13 мм. Его незрелые яйца поступают из печени вместе с желчью в кишечник, а оттуда выделяются в окружающую среду с фекалиями хозяина. Чтобы созреть, яйцо должно попасть в пресную воду. Там из него вылупляется ресничная личинка - мирацидий. Он внедряется в тело промежуточного хозяина - улитки определенного рода (чаще всего - *Lymnea*, *Succinea*, *Fossaria* и *Praticolella*). Там после нескольких превращений образуется хвостатая личинка церкария. Она покидает улитку, некоторое время свободно плавает и в конечном итоге инцистируется в поверхностной пленке воды или прикрепившись к водной растительности. Во влажной среде циста (адоlescария) долгое время сохраняет жизнеспособность. Человек и другие животные заражаются, выпив воду или съев траву с адоlescариями. В кишечнике окончательного хозяина их оболочка растворяется, высвобождая неполовозрелого червя, который мигрирует сквозь кишечную стенку в полость тела и достигает печени, где и созревает во взрослую особь. Китайский печеночный сосальщик (*Clonorchis sinensis*) встречается главным образом в Японии, Корее и на большей части территории Китая. Взрослый червь дряблый, прозрачный, лопатовидный гермафродит длиной 10-25 и шириной 3-5 мм. Симптомы вызываемого им гельминтоза (клонорхоза) сходны с наблюдаемыми при фасциолезе, а жизненный цикл паразита примерно такой же, как у печеночной двуустки. Однако промежуточные хозяева относятся к улиткам из родов *Parafossalurus*, *Bulinus* и *Alocinma*, а церкарии инцистируются, превращаясь в метацеркарии, когда внедряются в пресноводную рыбу (второй промежуточный хозяин). Человек и другие теплокровные заражаются, съев не прошедшую достаточной термической обработки рыбу с метацеркариями. Химиотерапия обычно эффективна только при слабом заражении.

### **3.Морфология и биологические особенности ленточных червей в связи с паразитическим образом жизни.**

Цестоды — слово греческого происхождения. Корень этого слова на русский язык переводится как «пояс», «лента». Отсюда русское название класса — Ленточные черви. И действительно, форма тела животных, объединяемых данным классом, в типичных случаях очень напоминает ленту.

Все цестоды ведут паразитический образ жизни. В половозрелой стадии они обитают в теле рыб, амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих. Личинки же их поселяются в различных беспозвоночных, главным образом членистоногих. Есть и такие виды — это наиболее опасные паразиты, личинки которых, как и взрослые особи, обитают в организме позвоночных животных.

В теле окончательных хозяев — у позвоночных животных и человека — половозрелые цестоды поселяются обычно в просвете кишечника, прикрепляясь передним концом к его внутренней стенке. Известно лишь несколько видов, приспособившихся к обитанию в желудке, в клоаке (у птиц) и в протоках печени. В этом отношении цестоды отличаются от родственного им класса трематод, которые, как отмечалось выше, приспособились к обитанию почти во всех органах своих хозяев.

Давние предки цестод, как и всех других классов плоских червей, принадлежали к свободноживущим организмам. Считают, что ими были животные, близкие к современным турбелляриям.

В процессе эволюции цестоды очень резко, пожалуй, более, чем другие группы паразитических червей, уклонились от своих прародителей. Произошедшие изменения касаются как их внешнего облика, строения, так и особенностей развития.

Классификация. Класс цестод делится на два подкласса.

Первый подкласс — цестодообразные (*Cestodaria*) — включает небольшое число видов, которые отличаются следующими важнейшими признаками: 1) тело их не поделено

на членики и содержит один комплект половых органов; 2) развивающаяся в яйце личинка этих цестод, так называемая ликофора, вооружена десятью зародышевыми крючьями.

Наиболее известным представителем данного подкласса является амфилина (*Amphilina foliacea*) — паразит полости тела осетровых рыб.

Распространена амфилина у рыб в реках Каспийского бассейна и в реках Сибири.

В связи с необычной для цестод локализацией этого гельминта (полость тела хозяина), а также отсутствием в его цикле развития плероцеркоида высказано предположение, что взрослая амфилина представляет собой плероцеркоид, приобретший способность размножаться половым путем. Настоящая же половозрелая форма амфилины обитала в кишечнике каких-то древних вымерших животных, видимо рептилий, питавшихся рыбами. Возможно, это были ихтиозавры.

Предки современных осетровых рыб, широко представленные в тот период, были дополнительными хозяевами паразита. А ракообразные — промежуточные хозяева современных амфилин — выполняли эту роль в цикле паразита, по-видимому, и в древние времена.

Второй подкласс — настоящие Цестоды (*Cestoda*) — объединяет все остальные виды данного класса; их довольно большое количество, и они представлены разнообразными формами. Для всех их характерно расчлененное тело (за немногими исключениями), содержащее большое количество комплектов половых органов, и наличие шести зародышевых крючьев у развивающейся в яйце личинки (так называемой онкосферы).

Подкласс подразделяется на несколько отрядов. Наибольшее число видов, в том числе обычных паразитов человека и домашних животных, представлено в двух отрядах: отряде лентецов (*Pseudophyllidea*) и отряде цепней (*Cyclophyllidea*).

Одна из самых характерных черт цестод как высокоспециализированной группы паразитических организмов — полная утрата ими органов пищеварения. Питание их осуществляется посредством всасывания питательных веществ поверхностными тканями тела. Далее, как и другие паразиты, цестоды обладают чрезвычайно высокой плодовитостью. С этим связано сильное развитие у цестод половой системы и их гермафродитизм. И наконец, еще одна особенность, возникшая, несомненно, в процессе приспособления ленточных червей к паразитизму, — это сложность их жизненных циклов. Сложность эта проявляется в том, что развитие цестод протекает со сменой хозяев, а ряд видов, кроме того, обладает способностью к размножению в личиночной стадии.

Немалое число видов цестод паразитирует у человека и хозяйственно полезных животных. У человека паразитирует 32 вида цестод, у крупного рогатого скота, например, может паразитировать свыше 30 видов цестод, несколько больше у овец и коз. Поселяясь в организме человека или животного, ленточные черви во взрослой или личиночной стадии вызывают заболевание. Общее название этих заболеваний — цестодозы. Отдельные заболевания называются по родовому наименованию возбудителя.

Многие цестодозы протекают очень тяжело, резко отражаются на состоянии организма и иногда могут кончаться смертью хозяина. Поэтому борьбе с цестодозами человека и животных, особенно домашних, уделяется большое внимание. Особенно широко проводится эта борьба в нашей стране, где она носит характер плановых общегосударственных мероприятий.

Строение. Длинное лентовидное тело цестод подразделяется на три отдела: головку, или сколекс, шейку и стробилу, состоящую в типичных случаях из многих члеников (проглоттид).

Головка несет на себе органы прикрепления. Это могут быть продольные щели — ботрии, присоски и хитинизированные крючья. Ботрии характерны для низших цестод. Их чаще всего две, располагаются ботрии на брюшной и спинной стороне головки. Цестоды,

имеющие ботрии, как правило, лишены крючьев. Присосками — полушаровидными полыми мышечными органами — вооружены головки более высокоорганизованных ленточных червей. Присосок обычно четыре. Головка, обладающая присосками, имеет еще хоботок, который у многих цестод вооружен крючьями. У некоторых видов ленточных червей стенки присосок покрыты мелкими шипиками.

Строение головки, особенно органов прикрепления, отличается большим разнообразием, поэтому указанные органы часто используются при систематическом определении цестод.

С помощью вооруженной головки цестоды прикрепляются к внутренней стенке кишечника хозяина.

Шейка — короткий, более тонкий, несегментированный участок тела, соединяющий головку с начинающимися позади нее члениками. На заднем конце шейки происходит образование новых члеников. Самые молодые членики расположены около шейки, самые старые — на заднем конце паразита.

Количество члеников, составляющих тело цестоды, колеблется в очень широких пределах. Есть цестоды, которые состоят из одного членика, таких видов очень мало; у большинства же число члеников исчисляется десятками и сотнями, у отдельных видов оно может достигать до нескольких тысяч. В соответствии с этим и общая длина тела цестод очень различна. Она колеблется от нескольких десятых долей миллиметра (например, *Davainea proglottina* из кишечника домашней курицы достигает длины всего лишь 0,5 мм) до двух десятков метров (некоторые лентецы).

Снаружи тело цестод покрыто кутикулой. Под ней расположены слои мышц, круговых и продольных, — веретенообразные субкутикулярные клетки. Все эти ткани образуют кожно-мышечный мешок. Помимо указанных мышечных волокон, цестоды имеют еще лежащий глубже них слой поперечных мышечных волокон и тянущиеся в спинно-брюшном направлении мышечные пучки.

Внутренняя часть тела ленточных червей заполнена паренхимой, в которой лежат органы нервной, выделительной и половой систем. Пищеварительные органы, свойственные предкам цестод, они, как отмечалось, утратили. Питательные вещества ленточные черви всасывают всей поверхностью тела.

Нервная система у цестод развита слабо. Она состоит из центрального узла, расположенного в головке, и отходящих от него продольных стволов. Два из них, наиболее развитые, проходят вдоль всего тела в боковых частях члеников снаружи от каналов выделительной системы. Продольные каналы соединяются между собой поперечными тяжами. Органы чувств у цестод отсутствуют.

Выделительная система ленточных червей представлена множеством мелких, пронизывающих паренхиму канальцев, которые впадают в четыре главных продольных канала.

Каждый из мелких канальцев заканчивается особыми пульсирующими клетками. Эти клетки нагнетают в канальцы образующиеся в теле червя вредные вещества.

Продольные выделительные каналы попарно проходят по бокам тела рядом со стволами нервной системы. Один из каждой пары каналов — брюшной, широкий, другой — спинной, более узкий. В головке червя брюшной и спинной каналы соединяются друг с другом. Кроме того, каналы правой и левой стороны соединяются между собой в каждом членике, в задней его части, еще поперечной перемычкой. В последнем членике цестоды (который первый отделился от шейки) все четыре канала соединяются в один общий, который открывается наружу на конечном крае членика. После того как этот членик отпадает, каждый канал открывается наружу своим отверстием.

## **1. 4 Лекция № 4 (2 часа).**

**Тема:** Тип Круглые черви.

### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1. Общая характеристика круглых червей.
2. Класс Нематоды или собственно круглые черви.
3. Распространение и образ жизни.
4. Свободноживущие круглые черви (морские, пресноводные).

### **1.4.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Общая характеристика круглых червей.**

У всех первичнополостных червей есть важное отличие от животных, рассмотренных ранее, – у них имеется полость тела (псевдоцель), являющаяся остатком полости бластулы. Псевдоцель отделяет наружные покровы тела от пищеварительного тракта. Она заполнена небольшим количеством богатых белком клеток и полостной жидкостью.

Тело первичнополостных червей несегментировано и покрыто кутикулой, состоящей из коллагеновых волокон. Под ней находятся эпителиальные клетки, объединённые в синцитий – большой многоядерный протопласт. Под эпителием имеется слой продольных мышечных волокон. Их сокращения позволяют животному двигаться. Кольцевые мышцы отсутствуют.

#### **2. Класс Нематоды или собственно круглые черви.**

Строение. Как мы видели, другие классы немателмнтов представлены очень мелкими формами: большая часть из них меньше 1 мм, реже встречаются более крупные формы. Среди нематод имеются очень мелкие формы. Одна из них — *Trichoderma minntum* — достигает всего 80 мк в длину. Такие мелкие формы известны в морях и в почве, где встречаются нематоды длиной 200—300 мк. Однако наряду с этими микроскопическими формами известны настоящие гиганты из мира нематод. Самки лошадиной аскариды достигают 37 см в длину. Свайник-великан (*Diectophyme renale*) длиной в 1 м, а *Placentonema gigantissima* — паразит кашалота, этого огромного китообразного, по величине тела, без преувеличения, напоминает удава, самки его до 8 с лишним метров в длину! Таким образом, у нематод мы наблюдаем очень значительные колебания длины тела — от 80 мк до 8 м. Эти колебания длины тела — одно из свидетельств многообразия тех сред жизни, которыми овладели нематоды.

Форме тела нематод соответствует и главный, типичный, способ перемещения нематод в пространстве: они движутся наподобие микроскопических или видимых и невооруженным глазом змей. Лежа всегда на боку, нематоды изгибаются в спинно-брюшной плоскости и перемещаются по дну водоемов, в тесных водных пленках почвы, в кишечнике и других органах человека и животных, меж клетками корней, стеблей, листьев и других частей растений.

Все тело нематод покрыто гибкой, эластичной и прочной кутикулой. Эта кутикула — производное лежащего под ней тонкого слоя кожного эпителия, называемого у нематод гиподермой. Гиподерма — живая эпителиальная ткань, которая выделяет на своей поверхности кутикулу. Кутикула у нематод может быть гладкой или кольчатой, причем кольца построены совершенно правильно, все они у каждого вида определенного размера и часто несут различные уплотнения — склеротии, имеющие форму правильно расположенных точек, линий (палочек), пластин и т. д. Гиподерма очень тонкая. Но по бокам тела, а также вдоль спины и брюха она утолщена, особенно по бокам, где образованы правый и левый гиподермальные валики, известные под названием «хорд» или полей (не имеющих, конечно, никакого отношения к хорде хордовых животных). Внутри боковых



«хорд» у части нематод лежат правый и левый выделительные каналы. Кутикула и гиподерма составляют периферию кожно-мускульного мешка тела нематод. Под гиподермой расположена продольная мускулатура. Однако мышечный слой не сплошной. Он тянется вдоль тела в виде четырех мышечных тяжей — двух спинно-боковых и двух брюшно-боковых, отделенных друг от друга четырьмя упомянутыми «хордами». Мышечные клетки удлинены и всегда расположены в одном направлении, что очень характерно для так называемых поляризованных клеточных компонентов ткани. В этих случаях длинные и перпендикулярные им оси клеток одинаково ориентированы в пределах всего тела. Поэтому все клетки мышц работают согласованно, синхронно, что естественно повышает их кинетическую энергию. Недаром тонкие нематоды легко проникают в узкие пространства между нитями водорослей, между гифами мицелия грибов, между частицами почвы, облепченными капиллярной пленкой воды, в поры тела животных, в устьица листьев, межклетники корневых, стеблевых и других тканей растений и т. п.

Головной конец тела нематод снабжен головной капсулой, опирающейся на внутренний опорный скелет из плотной кутикулы. Головная капсула состоит из двух основных частей — головных бугров и подвижных губ. Но у многих форм губы и головные бугры сливаются в общую головную капсулу. На ней расположены органы осязания — тангорецепторы, имеющие форму либо щетинок, либо сосочков, т. е. п а п и л л. На переднем конце головной капсулы, строго посередине и лишь изредка сместившись несколько на брюшную сторону, лежит ротовое отверстие, окруженное губами. На головной капсуле, или сзади от нее, или на боковых губах лежат боковые обонятельные ямки, известные у нематод под названием боковых органов или а м ф и д. От амфид отходят обонятельные нервы. У некоторых свободноживущих нематод развиты также глаза, снабженные у ряда форм линзой и глазным пигментированным бокалом — зеленым, оранжевым, фиолетовым, красным, черным. Иногда вдоль всего тела торчат щетинки.

Тело нематод очень ясно дифференцировано на три участка. Передний участок несет органы чувств, о которых сказано выше, и ему соответствует передний отрезок кишечника — передняя кишка. Второй отрезок тела соответствует средней кишке и включает, кроме нее, половые трубки. Третий — образует хвост, ограниченный на брюшной стороне тела заднепроходной щелью (анусом). Конец хвоста имеет у разных видов различную форму.

Центральная нервная система состоит из нервных стволов, расположенных вдоль тела, и кольцевых комиссур, связывающих продольные стволы в единую систему. У нематод наиболее типична кольцевая нервная комиссура, охватывающая пищевод. Она образует «нервное кольцо» нематод, которое не несет нервных ядер и состоит из неврофибрилл. Однако впереди от него и позади него, к пищеводу, расположена сложная система ганглиозных клеток. Именно эта система ганглиозных клеток в своей совокупности образует нечто подобное «мозгу» турбеллярий и гастротрих. В этом «мозгу» можно различить несколько ганглиев. От этих ганглиев вперед, к тангорецепторам и амфидам головы, отходят нервные тяжи. Кроме того, нервные ядра заложены в самой ткани пищевода; нервные ядра регулируют движение мускулатуры пищевода, работу зубов, копий и стилетов, которыми вооружены многие нематоды, и выделение экскретов пищеводных желез.

Пищеварительная система нематод сложнее, чем у форм предшествующих классов. Передняя кишка делится на ротовую полость, или стому, и пищевод. Хотя и стома и пищевод, строго говоря, представляют собой не что иное, как глотку, тем не менее в системе знаний о нематодах, или нематологии, утвердилась указанная номенклатура: стома, или ротовая полость, и пищевод. Для этого имеются солидные основания. Стома — это часть глотки, которая функционирует как ротовая полость и часто вооружена различными особо дифференцированными придатками, заслуживающими наименования органов. Пищевод — это часть глотки, способная к перистальтическим движениям, проталкивающим

комков пищи в среднюю кишку. Поэтому нематологи (специалисты по нематодам) не называют стому и пищевод глоткой (фаринксом). Пусть правы сравнительные морфологи, что и стома и пищевод нематод — это фаринкс, . глотка. Однако функционально это стома и пищевод. В стоме различают неподвижные придатки, или онхи, и подвижные зубы; у некоторых нематод имеются особо дифференцированные «челюсти», у других — острый сосущий стилет и, наконец, копые.

Средняя кишка такая же, как у гастротрих. Стенка ее состоит из одного слоя клеток. Задняя часть кишки переходит в прямую кишку, открывающуюся наружу уже упоминавшимся заднепроходным отверстием. Пищеварение у нематод своеобразное. В пищевode лежат специальные железы, которые выделяют экскрет, содержащие ферменты. Эти ферменты либо поступают с пищей в среднюю кишку, где пища переваривается, либо выделяются наружу, и тогда возникает своеобразный процесс переваривания пищи в наружной среде, в капле ферментов нематоды, после чего быстро переваренная пища попадает в просвет стомы и пищевода и усваивается в кишке.

Выделительная система нематод бывает двух типов. У одних форм она состоит всего лишь из одной шейной железистой клетки, проток которой открывается наружу брюшной порой. У других, кроме этой шейной железы, имеются боковые выделительные каналы. Содержимое их выделяется наружу через брюшную выделительную пору. Мы не будем вдаваться в подробности процессов выделения. Отметим, что продукты обмена проникают в полостную жидкость. Здесь они с помощью особых клеточных систем обезвреживаются, диффундируют в шейную железу и выделяются наружу.

Все нематоды, как правило, раздельнополые животные. У самцов развиты семенники, семяпроводы и семяизвергательный канал. Семенников может быть два или один. Кроме того, у самцов имеются специальные совокупительные органы — спиккулы и рулек, направляющий их движения. Женские половые органы состоят из яичников, яйцепроводов и матки. Женское половое отверстие расположено на брюшной стороне тела. Самцы вводят спиккулы в женское половое отверстие и оплодотворяют самок. Сперма нематод не имеет подвижных жгутиков. Ни в одном органе нематод вообще нет подвижных клеточных органелл, и в частности ресничек. Нет, как выше сказано, и хвостов у спермы. Она перемещается амебоидными движениями. В половых путях самок формируются яйца. Они оплодотворяются спермой самцов в женских половых путях, и в частности в особых семеприемниках (рис. 228). Затем оплодотворенные яйца выделяются наружу через женское половое отверстие или же развиваются внутри половых трубок. В этом случае из женского полового отверстия выходят наружу личинки (живорождение). Яйца нематод заключены в яйцевые оболочки, предохраняющие их от физических повреждений и химических воздействий среды. Личинки четыре раза линяют, последовательно, после каждой линьки переходят в следующую стадию развития, превращаясь в личинок второго, третьего и четвертого возрастов. Из личинки четвертого возраста развиваются молодые формы — самец или самка. Очень часто личинки не похожи на взрослые формы. В таких случаях нематологи говорят о развитии с превращением.

### **3. Распространение и образ жизни.**

Дно морей и океанов от северного до южного полюса (об этом можно говорить с полной уверенностью) заселено огромным количеством видов и особей нематод. Свободноживущие нематоды известны решительно всюду, во всех точках морского дна, которые подверглись специальным исследованиям. Завоевав дно всех морей и океанов, нематоды проникли, видимо позднее, в солоноватые водоемы. Поэтому очень большое число видов нематод обитает на дне солоноватоводных бассейнов, в том числе в лиманах — этих преддвериях рек, впадающих в моря. Известен ряд фактов, свидетельствующих о том, что в древней истории класса нематод наступил такой важный этап развития, когда они

стали проникать в пресные водоемы, и в конце концов многие группы свободноживущих нематод заселили реки. В дальнейшем нематоды совершили еще один важный шаг исторического развития — они проникли в почвенные воды и стали компонентами почвенной фауны — комплекса почвенных биоценозов. Отметим, что на этом экологическое развитие части групп и остановилось. Для некоторых групп нематод оказался открытым путь в сапробиотические очаги. Органические останки растений и животных подвергаются гниению, обусловленному жизнедеятельностью сменяющих друг друга групп гнилостных бактерий, под влиянием которых в почве образуются очаги гнилостного распада. В этих очагах соответствующие группы сапрофитных бактерий последовательно разлагают органический материал на более простые составные части. В частности, белки расщепляются на более простые, растворимые в воде компоненты; полисахариды трансформируются в растворимые ди- и моносахариды; распадаются клетчатка, жиры, пектиновые оболочки клеток растительной ткани и т. д. Поэтому сапробиотические очаги оказались наиболее доступными источниками питания нематод. Так сформировалась богатая видами группа сапробиотических нематод. Именно эта группа стала источником развития других групп нематод, перешедших к паразитическому существованию за счет организмов животных и растений. В конечном счете формируются два больших потока родов и видов нематод, приспособившихся, с одной стороны, к паразитированию в органах человека и животных, а с другой — в органах растений.

#### **4. Свободноживущие круглые черви (морские, пресноводные).**

Морские свободноживущие нематоды обладают наиболее примитивной и полной организацией, унаследованной от предков.

Большинство из них мелкие формы, достигающие в длину 1—5 миллиметров. Как у всех свободноживущих организмов, у морских нематод хорошо развиты органы чувств: прежде всего осязания, имеющие форму длинных щетинок. Каждая щетинка состоит из кутикулярного чехла, внутри которого располагается нерв. Таких осязательных щетинок может быть четыре, шесть, десять, двенадцать. Они обеспечивают адекватные реакции червя при столкновении с другими донными беспозвоночными, в том числе и с хищными нематодами. Вокруг ротового отверстия расположены чувствительные сосочки, с помощью которых червь ощупывает источники пищи и оценивает их качество. Хорошо развиты у свободноживущих нематод и органы обоняния, благодаря которым черви воспринимают химические вещества, поступающие к ним с разных сторон, и либо уходят от неприятного воздействия, либо приближаются, почуяв, например, подходящую пищу. У некоторых морских нематод есть глаза, состоящие из глазного бокала и хрусталика. С помощью таких глаз по-настоящему видеть предметы невозможно, но можно различать свет и темноту, что важно для ориентации в окружающем мире. Питаются морские нематоды обычно одноклеточными водорослями, а многие зубастые виды — хищники. Некоторые нематоды-хищники вооружены мощным копьём, способным далеко выдвигаться наружу. Оно обладает значительной пробивной силой и служит хищнику или как оружие, или как сосущий орган.

Часть морских круглых червей в далеком прошлом проникла в пресные воды, а затем вышла на сушу. Одна интересная группа нематод нашла себе в почве богатейший источник питания — гнивающие органические вещества. В местах скопления органических остатков, например в кучах опавших листьев, под влиянием бактерий и сапрофитных грибов происходят сложные процессы распада нерастворимых органических веществ, которые под действием ферментов бактерий и грибов расщепляются и превращаются в растворимые продукты распада белков и растворимые углеводы. Такие очаги гниения обычно богаты водой, кроме того реакции распада сопровождаются выделением тепла, поэтому в кучах гниющих растений температура обычно выше, чем вокруг. В этой среде

почвенные нематоды и нашли себе источники питания. Их рот имеет форму гладкой воронки, через которую пищевой комочек без задержки проскальзывает в пищевод. Сильная мускулатура пищевода обеспечивает глотательные движения. Нематоды глотают все: жидкость с растворенными в ней продуктами распада, мелкие растительные частицы, бактерий и грибы. Однако эти нематоды не стали узкими специалистами и способны жить не только в местах гниения растительных остатков, но и во влажной почве, вокруг корней. Они могут даже проникать внутрь корневой ткани растения, используя в ней также отдельные загнивающие клетки. Эти круглые черви находятся как бы на распутье: стать ли им специалистами по очагам гниения, жить ли свободно в почве или перейти к паразитированию в растениях.

## **1. 5 Лекция № 5 (2 часа).**

**Тема:** Тип Кольчатые черви.

### **1.5.1 Вопросы лекции:**

1. Общая характеристика кольчатых червей.
2. Подтип беспоясковые. Класс многощетинковые кольчецы. Строение и форма тела.
3. Подтип поясковые. Класс малощетинковые кольчецы. Особенности организации тела в связи с переходом к жизни в почве, грунте.
4. Подтип поясковые, класс пиявки.

### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Общая характеристика кольчатых червей.**

Кольчатые черви (кольчецы) — крупный тип (около 9 тыс. видов) высших свободноживущих морских, пресноводных и почвенных животных, имеющих более сложную организацию, чем плоские и круглые черви. Это в первую очередь относятся к морским многощетинковым червям, которые являются узловой группой в эволюции высших беспозвоночных: от их древних предков произошли моллюски и членистоногие.

Главнейшие прогрессивные черты строения кольчецов следующие:

1. Тело состоит из многочисленных (5—800) сегментов (колец). Сегментация выражается не только во внешней, но и во внутренней организации, в повторяемости многих внутренних органов, что повышает выживаемость животного при частичном повреждении тела.

2. Группы сходных по строению и функциям сегментов у многощетинковых червей объединены в отделы тела — головной, туловищный и анальный лопасть. Головной отдел образовался путем слияния нескольких передних сегментов. У малощетинковых червей сегментация тела однородная.

3. Полость тела вторичная, или целом, выстланный целомическим эпителием. В каждом сегменте целом представлен двумя изолированными мешками, заполненными целомической жидкостью.

4. Кожно-мускульный мешок состоит из тонкой эластичной кутикулы, расположенных под ней однослойного эпителия и двух мышечных слоев: наружного — кольцевого, и внутреннего — сильно развитого продольного.

5. Впервые появившиеся специализированные органы движения — пароподии — представляют собой боковые двулопастные выросты стенок тела туловищных сегментов, в которые заходит целом. Обе лопасти (спинная и брюшная) несут большее или меньшее

количество щетинок. У малощетинковых червей параподии отсутствуют, имеются только пучки с немногочисленными щетинками.

6. В пищеварительной системе, имеющей три отдела, передняя кишка сильно дифференцирована на ряд органов (рот, глотку, пищевод, зоб, желудок).

7. Впервые развившаяся кровеносная система замкнутая. Она состоит из крупных продольных спинного и брюшного сосудов, соединенных в каждом сегменте кольцевыми сосудами. Движение крови осуществляется за счет перекачивающей деятельности сократимых участков спинного, реже кольцевых сосудов. В плазме крови содержатся дыхательные пигменты, близкие к гемоглобину, благодаря которым кольцецы заселили местообитания с самым различным содержанием кислорода.

8. Органы дыхания у многощетинковых червей — жабры; это тонкостенные листовидные, перистые или кустистые наружные выросты части спинных лопастей параподии, пронизанные кровеносными сосудами. Малощетинковые черви дышат всей поверхностью тела.

9. Органы выделения — попарно расположенные в каждом сегменте метанефридии, выводящие конечные продукты жизнедеятельности из полостной жидкости. Воронка метанефридии находится в целоме одного сегмента, а идущий от нее короткий каналец открывается наружу в последующем сегменте.

10. Нервная система ганглионарного типа. Она состоит из парных надглоточных и подглоточных ганглиев, соединенных нервными стволами в окологлоточное нервное кольцо, и многих пар ганглиев брюшной нервной цепочки, по одной паре в каждом сегменте. Органы чувств разнообразны: зрения (у многощетинковых червей), осязания, химического чувства, равновесия.

11. Подавляющее большинство кольцецов — раздельнополые животные, реже гермафродиты. Половые железы развиваются либо под целомическим эпителием во всех туловищных сегментах (у многощетинковых червей), либо только в некоторых (у малощетинковых червей). У многощетинковых червей половые клетки через разрывы целомического эпителия поступают в жидкость целома, откуда выводятся в воду специальными половыми воронками или метанефридиями. У большинства водных кольцецов оплодотворение внешнее, у почвенных форм — внутреннее. Развитие с метаморфозом (у многощетинковых червей) либо прямое (у малощетинковых червей, пиявок). Некоторые виды кольцецов, кроме полового, размножаются и бесполым способом (фрагментацией тела с последующей регенерацией недостающих частей). Тип Кольчатые черви подразделяется на три класса — Многощетинковые, Малощетинковые и Пиявки.

## **2. Подтип беспоясковые. Класс многощетинковые кольцецы. Строение и форма тела.**

Полихеты названы так потому, что параподии у них включают пучки многочисленных щетинок.

Всего насчитывается более 5 тыс. видов полихет. Основная масса их населяет соленые моря и океаны. Сравнительно немногие приспособились к жизни в солоноватых водоемах, к которым относятся, например, Азовское и Каспийское моря.

Как правило, полихеты живут свободно. Только в некоторых случаях они связывают место своего обитания с другими животными и делят с ними пищу.

Многие полихеты живут среди морских водорослей.

Двигутся полихеты двумя способами. Они или волнообразно изгибаются, или попеременно то сокращают, то вытягивают свое тело. Полихеты имеют по бокам каждого сегмента придатки — параподии, которые служат для передвижения. Параподии несут пучки многочисленных щетинок. Щетинки образуются внутри ресничных клеток еще у

личинки полихет. Параподии со щетинками приспособлены для движения в толще воды, на поверхности грунта, в толще грунта и внутри трубок. В зависимости от места обитания животного щетинки имеют соответствующую форму. Полихеты, обитающие в толще воды или временно поднимающиеся со дна на поверхность, имеют на конце щетинки подвижный членик. Этот членик поворачивается в суставе рукоятки так, что вперед движется ребром, а назад широкой плоскостью. Точно так же работают веслами гребцы на академических спортивных лодках-скифах. Только у полихет гребные движения щетинок-весел сочетаются с изгибанием всего тела.

Донные хищники имеют огромную мускулистую глотку, вооруженную двумя парами сильных челюстей. Например, морская мышь (*Aphrodite aculeata*) питается мелкими рачками, моллюсками, кольчатыми червями и гидроидами, которых хватается челюстями. Другие полихеты питаются в основном растениями. Нереиды, например, также имеют глотку с сильными зазубренными челюстями. Однако эти челюсти служат порой для того, чтобы отгрызать кусочки водорослей. *Nereis pelagica* питается стеблями и листьями морской водоросли *Laminaria*. В морях эта водоросль встречается очень часто. На Дальнем Востоке многие жители употребляют морскую капусту в пищу. Она относится к лекарственным растениям и употребляется при склерозе.

У полихет много врагов. В море их поедают ракообразные, рыбы, иглокожие и кишечнополостные. С воздуха на них охотятся чайки и другие морские птицы. Поэтому в процессе эволюции полихеты приспособились к защите.

Наиболее надежный способ защиты от крупных врагов — зарывание в грунт. Способность к зарыванию сопровождается развитием ряда специальных приспособлений. Например, развиты железы, выделяющие клейкий и слизистый секрет. Слизь предохраняет тело от ранений. Клейкий секрет позволяет укреплять стенки норы или склеивать песчинки и куски растений, из которых полихеты строят трубку-домик.

Роющий образ жизни ведет обычный на мелководье в наших морях пескожил. Пескожил (*Arenicola*) живет в изогнутых норах. Оба конца норы подходят к поверхности грунта. Своей глоткой пескожил захватывает и проглатывает песок вместе с органической пищей. Песок проходит сквозь кишечник и выбрасывается позади. Поэтому около рта песок оплывает, и на поверхности грунта образуется воронка. В воронку попадают гниющие водоросли, которыми питается пескожил. Таким образом, зарываясь в грунт, пескожил обеспечивает себе защиту от врагов и непрерывный приток пищи. Однако рыбы приспособились подстерегать пескожила в тот момент, когда он выставляет задний конец из норки, чтобы выбросить очередную порцию песка, прошедшего через кишечник. Треска, навага и другие рыбы хватают в этот момент пескожила за хвост в надежде вытащить его из норы. Но он упирается щетинками в песчаные стенки норы, хвост обрывается и остается в пасти рыбы, а пескожил ускользает в нору. Через некоторое время у спасшегося пескожила отрастает новый хвост.

Размножаются полихеты бесполом и половым путем. Иногда оба эти способа размножения правильно следуют один за другим.

Бесполое размножение у полихет сопровождается делением тела червя на части. Отделившаяся часть тела восстанавливает недостающие голову или хвост. Бесполое размножение у полихет обычно связано с явлением эпитокии.

Эпитокия — это резкое изменение внешней формы и внутреннего строения тела полихеты во время созревания половых продуктов. Морфология червя, обитающего на дне, меняется так, что у него появляются приспособления к жизни в толще воды: широкие плавательные лопасти на параподиях; старые щетинки выпадают и заменяются новыми, плавательными; появляются большие глаза и длинные чувствующие щупальца на голове. При этом внешний вид меняется до неузнаваемости. Систематики прошлого века, введенные в заблуждение этим маскарадом животных, дали им отдельные видовые

названия. Только гораздо позже стало известно, что это не самостоятельные виды животных, а всего-навсего их эпитокные формы.

Бесполое размножение у Syllidae приводит к образованию особых почек, которые превращаются в новые особи, отрываются от материнского организма и ведут самостоятельный образ жизни. У Myrianida на заднем конце тела образуется длинная цепочка таких почек. Силлиды *Autolytus* имеют бесполое размножение, которое сопровождается эпитокией особого рода. У взрослой *Autolytus*, обитающей на дне среди гидроидов и губок, в середине тела формируется новая голова с глазами и головными щупальцами. Когда формирование новой головы закончено, эта часть тела отрывается и всплывает на поверхность. Всплывшие особи ярко окрашены в желтый, красный или фиолетовый цвет и обладают половым диморфизмом. Самцы отличаются от самок размером, окраской и длиной усов. Самка носит на брюшной стороне сумку с детенышами и старательно прикрывает их своим телом. Заботясь о потомстве, родители не питаются, потому что у них нет кишечника. Они живут, используя запасы энергии своих мышц, которых хватает на две или три недели. За это время потомство успевает подрасти и покинуть материнскую сумку, а родители после этого погибают.

Основной способ размножения у полихет — половое размножение. Оплодотворенные яйцеклетки проходят свое развитие свободно в толще воды или в специальных капсулах. Только в исключительных случаях у полихет встречается живорождение. Тогда яйца развиваются в полости тела.

Полихеты откладывают разное количество яиц. Пескожил *Arenicola marina* в Белом море выбрасывает в воду до миллиона яиц, тогда как средняя плотность взрослых пескожилов составляет всего несколько десятков особей на квадратный метр морского дна. Из соотношения этих цифр ясно, какое огромное количество яиц и молодых животных погибает, не достигнув половой зрелости. Плодовитость нереид несколько ниже. Например, черноморские *Platynereis dumerilii* выбрасывают в воду до 37 тыс. яиц. Полихеты, которые проявляют заботу о потомстве, откладывают несколько сотен или всего несколько десятков яиц. Например, спиониды откладывают в специальную выводковую капсулу несколько десятков оплодотворенных яиц, которые развиваются с разной скоростью. Личинки, опережающие в развитии своих меньших братьев, начинают пожирать их и растут еще быстрее. Поэтому в живых остается несколько самых крупных и прожорливых особей. Наиболее часто забота о потомстве наблюдается у Syllidae. Например, *Sphaerosyllis* прикрепляет яйцеклетки к себе на спину и носит их продолжительное время, пока не появится молодое поколение. Некоторые нереиды откладывают яйцеклетки в свои норки. После того как яйца отложены, самка покидает норку и в ней поселяется самец, который охраняет яйца. Волнообразными движениями своего тела он обеспечивает потомство постоянным притоком свежей воды.

Так или иначе развивающиеся яйцеклетки претерпевают сложный путь преобразований, который называют метаморфозом. Полихеты в своем развитии проходят весьма характерную для них личиночную стадию трохофоры.

Продолжительность жизни у полихет невелика. Обычно они живут 2—3 года. Многие полихеты после размножения погибают, так как вывод половых продуктов у них связан со значительными разрывами стенок тела.

### **3. Подтип поясковые. Класс малощетинковые кольчецы. Особенности организации тела в связи с переходом к жизни в почве, грунте.**

Большинство олигохет - обитатели почвы: более крупные из них хорошо всем известны под названием земляных или дождевых червей. Есть, однако, и пресноводные и даже морские олигохеты. Из общего числа (около 3 тыс.) описанных до сих пор видов примерно 400 — обитатели рек, озер, болот и других пресных водоемов, несколько десятков

видов встречается в солоноватых водоемах и прибрежной зоне морей, все остальные — обитатели почвы (но некоторые из них, встречающиеся преимущественно по берегам водоемов, отчасти в воде, ведут земноводный образ жизни). В пределах СССР пока зарегистрировано немногим более 300 видов; цифра эта, однако, далеко не отражает действительного положения вещей, так как некоторые семейства, и в частности одно из наиболее богатых видами — энхитреиды, остаются у нас еще почти не изученными.

Среди олигохет есть и карлики и гиганты. Длина тела самых мелких пресноводных измеряется долями миллиметра, так что это в полном смысле слова микроскопические животные; а у наиболее крупных тропических земляных червей она превышает 2, 5 м. Но это исключение. Большинство же водных олигохет имеет размеры от нескольких миллиметров до 10—15 см, а почвенных — от полусантиметра до 30—40 см.

Важнейшей особенностью организации олигохет, как и полихет, является метамерия, т. е. правильная повторяемость органов вдоль оси тела животного. Внешне это выражается в том, что все червеобразное тело поделено перетяжками на отдельные участки — кольца (рис. 271), называемые сегментами или сомитами («члениками»). Число сегментов тела у разных видов олигохет различно, от 5 — 6 до 500—600; в отличие от полихет они никогда не имеют парных выростов — параподии, но несут по 4 пучка щетинок.

На переднем конце тела находится головная, или предротовая, лопасть; у некоторых водных видов она бывает вытянута в более или менее длинный щупальцевидный придаток («хоботок»), у немногих — почти исчезла, у большинства же представляет небольшой округленный выступ впереди рта. Далее следует первый, или ротовой, сегмент, никогда не несущий щетинок; на его нижней передней стороне находится рот. Все остальные сегменты, начиная со второго, как правило, снабжены четырьмя пучками щетинок каждый: двумя спинными (справа и слева) и двумя брюшными. У некоторых видов спинные пучки начинаются не вместе с брюшными, со второго сегмента, а несколько отступя от переднего конца тела — четвертого, пятого, шестого и даже двадцатого сегмента. Как исключение, имеются виды лишь с брюшными щетинками и даже вовсе без них.

В каждом пучке часто бывает по две более или менее одинаковых щетинки (например, у большинства дождевых червей). У тропических червей рода *Pheretima* число щетинок на каждом сегменте значительно больше — несколько десятков, а у некоторых видов до 150 — и расположены они не пучками, а в один ряд вокруг всего сегмента. У водных олигохет, как правило, в каждом пучке по несколько щетинок, от 3—4 до 10—15, причем эти щетинки бывают различной формы: игловидные, крючковидные с простым или двузубчатым концом, веерные, простые и перистые волосовидные и др.

Стенка тела олигохет состоит из пяти основных слоев: тонкой неклеточной кутикулы, выделяемой кожей, кожного эпителия, состоящего из одного слоя клеток, двух слоев — мускулатуры наружного кольцевого и внутреннего продольного и, наконец, внутреннего слоя целомического эпителия, ограничивающего вторичную полость тела, или целом, в которой располагаются внутренние органы. Эта полость, заполненная более или менее прозрачной жидкостью, содержащей взвешенные в ней клетки, не тянется непрерывно вдоль всего тела, а разделена тонкими мускульными перегородками — диссепиментами — на отдельные отсеки, соответствующие наружной сегментации. Таким образом, в каждом сегменте находится свой обособленный участок полости тела, а в нем — пара своих выделительных органов — нефридиев, один справа, другой слева. Имеется замкнутая кровеносная система: продольные сосуды идут вдоль всего тела, связывающие их кольцевые сосуды имеются в каждом сегменте. Пищеварительный канал проходит вдоль всего тела от ротового отверстия до анального; обычно он подразделяется на отделы: ротовая полость, глотка, пищевод, иногда зоб, один или несколько желудков, средняя кишка (самая длинная часть), задняя кишка.



В каждом сегменте, в брюшной его части, находится двойной нервный узел (состоящий из сближенных и почти слившихся правого и левого) с отходящими от него нервами. Узлы всех сегментов соединяются продольными нервными тяжами — коннективами — в единую брюшную нервную цепочку. В головной лопасти или несколько позади нее, над глоткой, находится головной мозг (надглоточный ганглий), соединенный с первым узлом брюшной цепочки — подглоточным — двумя тяжами, охватывающими глотку, — окологлоточными коннективами. Глаз у большинства олигохет нет, они имеются только у части видов одного семейства водных олигохет — наидид; однако, как правило, олигохеты реагируют на освещение, что связано с наличием в коже, особенно на головном конце, особых светочувствительных клеток — фоторецепторов. Дыхание у подавляющего большинства кожное, но у некоторых пресноводных олигохет имеются жабры.

Все олигохеты гермафродиты, т. е. у каждого взрослого червя имеются одновременно и мужская и женская половые системы, строение которых довольно сложно. Оплодотворению предшествует спаривание, во время которого сперматозоиды каждого из двух червей переходят в семяприемники другого. После этого черви расходятся. Затем у каждого из них на пояске, представляющем железистое утолщение кожи нескольких определенных сегментов (у разных олигохет различных, но всегда ближе к головному концу), выделяется кокон, первоначально имеющий форму бочонка (или муфты), открытого с обоих концов. Образовавшийся кокон сокращениями мускулатуры тела сдвигается постепенно вперед и наконец сбрасывается «через голову», после чего концы его смыкаются и он принимает форму лимона. Но прежде чем кокон будет сброшен, пока он медленно скользит от пояска к головному концу, в него откладываются яйца (когда он продвигается над отверстиями яйцеводов), а затем из семеприемников поступают сперматозоиды, полученные при спаривании от другого червя. Таким образом, оплодотворение яиц происходит не в теле червя и не во внешней среде, а в коконе, внутри которого происходит и дальнейшее развитие. Из кокона выходят маленькие червячки, в общем уже похожие на взрослых. У некоторых олигохет описано самооплодотворение, а другие способны к партеногенезу, т. е. девственному, без оплодотворения, развитию отложенных яиц.

Кроме полового, у олигохет наблюдается и бесполое, вегетативное, размножение, но оно свойственно представителям только некоторых семейств водных червей. Бесполое размножение может происходить либо путем архитомии, либо путем паратомии. При архитомии тело червя самопроизвольно (иногда в результате внешнего раздражения) распадается на два или большее количество кусков — фрагментов, после чего у каждого куска развиваются недостающие части и он постепенно превращается в целого червя.

Деление класса олигохет на отряды еще окончательно не установилось; мы рассмотрим последовательно важнейшие семейства.

Семейство Эолосомы (*Aeolosomatidae*) включает около полутора десятков видов самых мелких пресноводных олигохет, длина тела которых редко превышает 2—3 мм, а у некоторых даже меньше 1 мм.

Семейство Наидиды, или Водяные змейки (*Naididae*), гораздо богаче видами, которых насчитывается свыше сотни. Все они — водные животные, причем большинство является обитателями пресных водоемов и лишь немногие встречаются в солоноватых водоемах и в прибрежной зоне морей. Хотя среди наидид имеются и очень мелкие, длиной всего в 1—2 мм, большинство из них крупнее, 10—20 мм, и хорошо заметны простым глазом, а самые крупные достигают длины 35—50 мм.

Род щетинкобрюхов (*Chaetogaster*) включает несколько имеющих только брюшные щетинки видов, из которых самый крупный щетинкобрюх прозрачный (*Chaetogaster diaphanus*). Длина его цепочек достигает иногда 25 мм. Это довольно неуклюжий, сравнительно толстый червяк, совершенно прозрачный, бледного розовато-

желтого цвета. Он медленно ползает по водным растениям или по поверхности дна в поисках добычи.

Как уже упоминалось, у большинства олигохет дыхание кожное, но у некоторых имеются специальные органы дыхания — жабры. Среди семейства наидид обладателями жабр являются виды широко распространенных родов *Dero* и *Aulophorus*, а также сравнительно редкий *Branchiodrilus hortensis*, найденный в СССР только в бассейне реки Амура и в озере Ханка.

Семейство Трубочники, или Тубифициды (*Tubificidae*), включает около 130 видов олигохет, подавляющее большинство которых обитает на дне пресных водоемов и лишь немногие встречаются в прибрежной зоне морей. Семейство Энхитреиды (*Enchytraeidae*) содержит как водных, так и сухопутных (почвенных) червей, причем последних больше, а общее количество видов этого семейства достигает почти 400. Энхитреиды — небольшие или мелкие, малопрозрачные черви, в большинстве случаев беловатые, реже желтоватые или розоватые. Длина их от 2—3 мм до 40—45 мм, большинство видов от 10 до 25 мм. Сегментация выражена хорошо, число сегментов, как правило, в пределах от 25 до 50, у некоторых больше, до 70—80. Глаз нет.

Семейство Гаплотпаксиды (*Naplotaxidae*) включает всего около 20 видов водных олигохет. Из этого небольшого семейства мы упомянем один широко распространенный вид — *Naplotaxis gordioides*.

Семейство Люмбрикулиды (*Lumbriculidae*) включает свыше 60 видов. Они имеют только крючковидные щетинки, одно- или двухзубчатые, по 4 пары на каждом сегменте, начиная со второго.

Семейство рачьих пиявок (*Branchiobdellidae*) — небольшое и очень своеобразное семейство, включающее примерно 30 довольно мелких видов. Действительно, все виды этого семейства, распространенного как в Европе, так и в Азии, Северной и Южной Америке, паразитируют на жабрах и на поверхности тела различных видов пресноводных раков.

Семейство Настоящие дождевые черви, или Люмбрициды (*Lumbricidae*). Всем хорошо известны земляные, или дождевые, черви.

Род Дендробена (*Dendrobaena*) характеризуется широко расставленными (не сближенными попарно) щетинками.

#### **4. Подтип поясковые, класс пиявки.**

Пиявки (*Hirudinea*) имеют уплощённое тело, окрашенное обычно в коричневые или зелёные тона. На переднем и заднем концах тела есть присоски. Длина туловища от 0,2 до 15 см. Щупальца, параподии и, как правило, щетинки отсутствуют. Мускулатура развита хорошо. Вторичная полость тела редуцирована. Дыхание кожное, у некоторых есть жабры. У большинства пиявок имеются 1—5 пар глаз.

Срок жизни пиявок — несколько лет. Все они гермафродиты. Яйца откладываются в коконах, личиночной стадии нет. Большинство пиявок сосёт кровь у различных животных, в том числе человека. Пиявки прокалывают кожные покровы хоботком или зубчиками на челюстях, а специальное вещество — гирудин — препятствует свёртыванию крови. Высасывание крови из одной жертвы может продолжаться месяцы. В кишечнике кровь не портится очень долго: пиявки могут жить без пищи даже два года. Некоторые пиявки — хищники, целиком проглатывающие добычу.

Пиявки обитают в пресных водоёмах, встречаются также в морях и почве. Пиявки служат кормом для рыб. Медицинская пиявка используется человеком в лечебных целях. 400—500 видов.

Кольчатые черви произошли от примитивных плоских червей в кембрии. Первыми кольчатыми червями были многощетинковые, давшие начало малощетинковым, а через них – и пиявкам.

Тихоходки (Tardigrada) – тип мелких, близких к членистоногим первичноротых. Короткое тело длиной 0,1–1 мм не имеет чёткой сегментации. Четыре пары нечленистых ног снабжены длинными щетинковидными коготками. На голове есть два глаза. Острые стилеты во рту прокалывают оболочки водорослей и мхов, которыми тихоходки питаются. Дыхание кожное, кишечник прямой.

Из отложенных самками яиц выходят молодые тихоходки. 300–400 видов распространены повсеместно в морях, пресных водоёмах и почве. Наземные тихоходки способны входить в состояние анабиоза, переносить охлаждение до температуры  $-271^{\circ}\text{C}$  и нагревание до  $150^{\circ}\text{C}$ .

## **1. 6 Лекция № 6 (2 часа).**

**Тема:** Тип Моллюски или мягкотелые.

### **1.6.1 Вопросы лекции:**

1. Особенности организации, характеризующие тип моллюсков.
2. Важнейшие черты в строении и развитии моллюсков, сближающие их с кольчатыми червями. Классификация моллюсков.

### **1.6.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Особенности организации, характеризующие тип моллюсков.**

Большинство моллюсков обитает в море, есть пресноводные и наземные формы. Некоторые плавают, другие ведут сидячий образ жизни, но большинство из них медленно ползают.

Общая морфо-анатомическая характеристика типа Моллюски. Моллюски или мягкотелые (Mollusca) – большая группа высокоорганизованных первичноротых, трохофорных целомических животных. Предками моллюсков были кольчатые черви; поэтому мягкотелые обладают рядом общих с кольчатыми червями признаков:

- первичная билатеральная симметрия
- вторичная полость тела – целом, промежутки между органами заполнены паренхимой.
- производные целома – окологерцевая сумка, целомодукты
- спиральный, детерминированный тип дробления зиготы
- трохофорообразные личинки ( трохофора, парусник)
- у представителей некоторых примитивных классов в строении органов проявляется метамерия.

Особенности типа Моллюска:

- несегментированное (аметамерное) тело состоит из трёх отделов: головы, туловища и ноги.

на голове расположены рот, глаза, иногда щупальца.

туловище содержит в себе большинство внутренних органов

нога – орган движения, мускульное производное брюшной стенки тела, форма ноги зависит от образа жизни животного.

- тело покрыто мантией (кожная складка, свешивающаяся со спинной стороны тела).

- наружная поверхность мантии выделяет раковину, состоящую из углекислой извести; по сути являющуюся наружным скелетом и выполняет опорную и защитную функции. Выделяют раковины трёх типов: цельную, двустворчатую и пластинчатую.

- между мантией и туловищем расположена мантийная полость: в ней располагается мантийный комплекс органов.

- пищеварительный тракт разделён на три отдела:

- к первому относятся ротовая полость, глотка и пищевод,

- ко второму – желудок и печень,

- к третьему – задняя кишка.

- пища, поступающая в ротовую полость, измельчается хитиновой тёркой (радулой).

- органы дыхания – перистые жаберы (ктении) либо лёгкие.

- кровеносная система незамкнутая, кровь течет не только по сосудам, но и по лакунам и синусам, сердце состоит из 1–2 предсердий и желудочка, перекачивает кровь из полости тела к органам и обратно.

- органами выделения служат нефридии (перикардиодукты, целомодукты мезодермального происхождения)

- нервная система типа ортогон, развита хорошо, состоит из окологлоточного нервного узла, парных ганглиев и двух пар стволов, связанных комиссурами или разбросанно-узлового типа (3-5 пар нервных ганглиев, соединенные между собой коннективами и комиссурами).

- из органов чувств имеются органы зрения, обоняния, осязания (щупальца), вкуса и равновесия.

- моллюски – раздельнополые, реже гермафродитные животные, размножающиеся только половым путём.

- развитие протекает с метаморфозом

- моллюски подразделяются на два подтипа: подтип Боконервные (Amphineura) и подтип Раковинные (Conchifera).

#### Классификация типа Mollusca.

Моллюски – второй по количеству видов тип животных после членистоногих. Известно около 150 000 видов моллюсков; из них 50 000 уже вымерли. В тип включают 7 классов: беспанцирные, моноплакофоры, панцирные, лопатоногие, брюхоногие, двустворчатые и головоногие.

#### ТИП МОЛЛЮСКИ, ИЛИ МЯГКОТЕЛЫЕ –MOLLUSCA

Подтип боконервные – amphineura

Класс панцирные, или хитоны – polyplacophora (ОКОЛО 1 000 ВИДОВ)

класс Беспанцирные – aplacophora (150 видов)

Подкласс бороздчатобрюхие – solenogastres.

Подкласс Ямкохвостые – Caudofoveata.

Подтип раковинные – conchifera

Класс моноплакофоры – monoplacophora

Класс брюхоногие – gastropoda(ОКОЛО 90 000 ВИДОВ)

Подкласс переднежаберные – prosobranchia

Отряд Кругожаберные – CYCLOBRANCHIA.

Отряд Кожножаберные – SCUTIBRANCHIA.

Отряд Гребенчатожаберные – PECTINIBRANCHIA.

Подкласс заднежаберные – opisthobranchia

Отряд Покрытожаберные – TECTIBRANCHIA.

Отряд Голожаберные – NUDIBRANCHIA.

Отряд Крылоногие – PTEROPODA.

Подкласс легочные – pulmonata

Прудовики, катушки, слизни, полуслизни, виноградная улитка и др.

Класс пластинчатожаберные, или двустворчатые – Lemellibranchia, или bivalvia (около 20 000 видов)

Надотряд Первичножаберные – PROTOBRANCHIA.

Надотряд Жаберные – AUTOBRANCHIA.

Отряд Униониды – UNIONIDA.

Отряд Митилиды – MYTILIDA.

Отряд Пектинида – PECTINIDA

Отряд Люциниды – LUCINIDA.

Отряд Венериды – VENERIDA.

Надотряд Перегородчатожаберные – SEPTIBRANCHIA.

Класс Лопатоногие – Scaphopoda

Класс головоногие – cephalopoda(ОКОЛО 700 ВИДОВ)

Подкласс Наутилусы – Nautiloidea

Подкласс Колеоидеи – Coleoidea

Отряд Каракатицы – SEPIIDA.

Первые моллюски появились в кембрии. По некоторым данным, предками моллюсков являются турбеллярии, хотя большинство учёных считает, что они произошли от кольчатых червей.

Многообразие моллюсков

Тип моллюски разделён на 7 классов: беспанцирные, моноплакофоры, панцирные, лопатоногие, двустворчатые, брюхоногие и головоногие.

Беспанцирные (Aplacophora) моллюски имеют червеобразное тело до 30 см длиной, целиком закрытое мантией, раковины нет. На брюшной стороне у них имеется бороздка с валиком – рудиментом ноги. Нефридии отсутствуют. Эта группа моллюсков – гермафродиты.

Один из двух подклассов – бороздчатобрюхие моллюски – обитают в морях на глубине от 15 м до 4 км. Они зарываются в ил либо живут на кораллах. 250–300 видов.

Моноплакофоры (Monoplacophora) – морские, преимущественно ископаемые формы. Голова и нога могут втягиваться в раковину мышцами. Дышат 5–6 парами перистых жабр. Сердце состоит из 2 желудочков и 4 предсердий. Нервная система включает четыре продольных нервных ствола, связанных окологлоточным кольцом.

Периодом расцвета моноплакофор было время с кембрия по девон. До настоящего времени сохранился 1 род с 8 видами.

В класс панцирных моллюсков (Polyplacophora) входит около 1000 видов морских донных животных, встречающихся во всех морях, в основном, на мелководье. Панцирные моллюски обитают на камнях и скалах и питаются водорослями и детритом. Некоторые из них употребляются человеком в пищу.

Продолговатое тело длиной 0,5–30 см разделено на голову, туловище и ногу, которой панцирные моллюски присасываются к субстрату. Спинная сторона туловища покрыта раковиной, состоящей из восьми щитков. Органы дыхания – жабры, сердце состоит из двух предсердий и одного желудочка. Из органов чувств имеются глаза, расположенные на спинной поверхности тела, и органы осязания. Большинство панцирных моллюсков раздельнополы с наружным оплодотворением; развиваются с метаморфозом.

Тело лопатоногих (Scaphopoda) моллюсков заключено в раковину, похожую на бивень. Длина тела 0,4–25 см. На концах раковины находятся отверстия; через переднее из них лопатоногие могут выдвигать наружу голову и ногу. Над основанием головы расположены ловчие щупальца, служащие для осязания и захвата пищи (в основном,

фораминифер). Эти моллюски раздельнополы; оплодотворение наружное. Из яйца появляется плавающая личинка.

Около 600 видов ведут роющий образ жизни в морях на различной глубине (до 6 км).

## **2. Важнейшие черты в строении и развитии моллюсков, сближающие их с кольчатыми червями. Классификация моллюсков.**

Раковина двустворчатых (Bivalvia) моллюсков состоит из двух створок, охватывающих тело моллюска с боков. Со стороны спины створки связаны между собой эластичной перемычкой – лигаментом, а изнутри – мышцами. Утолщённый спинной край створок несёт выступы, образующие замок. Раковина имеет размеры от нескольких миллиметров до десятков сантиметров. Гигантская тридакна вырастает в длину до 1,5 м, а масса этого животного может превосходить 200 кг. Тридакна может жить до ста лет.

Голова у двустворчатых моллюсков отсутствует – это результат приспособления к сидячему образу жизни. По этой же причине слабо развиты органы чувств: есть органы осязания, равновесия (статоцисты), хеморецепторы (осфрадии на жабрах). У некоторых имеются глаза. На брюшной стороне тела есть нога, служащая для прикрепления к субстрату. Органы дыхания – двоякоперистые жабры (у примитивных форм) либо жаберные пластинки. Сердце состоит из желудочка и двух предсердий.

Чужеродное тело (например, песчинка или паразит), попав в раковину, раздражает мантию, и та постепенно обволакивает его слоями перламутра, состоящего, в основном, из углекислого кальция. Именно таким образом в раковинах образуется жемчуг, ценящийся как драгоценный камень. В настоящее время большое количество жемчуга «выращивают» в моллюсках на морских фермах.

Класс известен ещё с кембрия. Около 150 семейств и 20 000 видов. Двустворчатые моллюски, обитающие в морских и пресных водах, питаются планктоном и детритом, фильтруя воду сквозь сифоны в задней части раковины. Некоторые сверлят твёрдые породы и дерево (при помощи острых зубчиков раковины или растворяя породу выделяемой кислотой). Корабельный червь повреждает днища кораблей и пирсов, протачивая в них длинные ходы. Некоторых двустворчатых моллюсков (устриц, мидий, гребешков) употребляют в пищу.

Раковины брюхоногих (Gastropoda) моллюсков закручены в спираль и отличаются большим разнообразием формы. У некоторых моллюсков раковина погружена внутрь тела или отсутствует вообще. На голове есть пара щупалец с глазами. В ходе эволюции брюхоногие моллюски потеряли двустороннюю симметрию. У многих видов симметричные органы, расположенные в правой части тела, редуцировались. Часть видов имеют своеобразное лёгкое – полость, заполненную воздухом или водой с растворённым в ней кислородом. Встречаются как гермафродиты, так и раздельнополые формы.

Большинство брюхоногих моллюсков питаются растениями или детритом. Хищные и паразитические формы довольно редки. Серная кислота в слюне позволяет хищникам растворять раковины и панцири добычи. Укус некоторых видов ядовит.

Различные виды класса обитают на суше (от альпийских высокогорий и тундры до тропических лесов и пустынь) и в воде. Наземные улитки, живущие несколько лет, переносят зиму в закупоренных слизью норках в спячке. Водные формы ползают по дну; некоторые входят в состав планктона, перемещаясь при помощи видоизменённой в плавник или киль ноги. Типичный пресноводный представитель – прудовик. Раковины фарфоровой улитки каури использовались во многих странах в качестве монет, а из мурекса добывали красную и фиолетовую краски – пурпур. Слизни – вредители сельского хозяйства. Виноградная улитка употребляется человеком в пищу. Около 40 000 (по некоторым

данным, более ста тысяч) видов делятся на три подкласса: переднежаберные, заднежаберные и лёгочные. Вымершие гастроподы известны с кембрия или даже протерозоя; 15 000 видов.

Класс головоногие (Cephalopoda) – наиболее высокоорганизованная группа моллюсков. Голова чётко обособлена. Часть ноги превратилась в 8 или 10 щупалец («рук»), окружающих рот. На конце щупалец, которыми животное хватает добычу, имеются присоски, нередко снабжённые роговыми крючками. Во рту расположены мощные роговые челюсти, напоминающие клюв попугая. С его помощью головоногие разрывают пищу, а зубчики радулы перетирают её в кашу. Дело в том, что мозг этих моллюсков со всех сторон обступает пищевод, не позволяя заглатывать крупные куски пищи.

Остатки раковины иногда сохраняются под кожей в виде роговой пластинки; наружная раковина была в основном у вымерших форм. Единственными среди современных головоногих, до сих пор сохранившими наружную спиральную раковину, являются наутилусы. Кровеносная система развита хорошо; кровь имеет голубую окраску из-за входящего в состав эритроцитов гемоцианина. Дышат головоногие жабрами, некоторые способны к продолжительному пребыванию на суше (несколько часов или даже дней) благодаря запасённой в мантийной полости воде.

У входа в мантийную полость имеется воронка (сифон), представляющая собой вторую часть видоизменённой ноги. Благодаря реактивной силе, возникающей за счёт выбрасываемой из неё назад воды, животное движется задним концом тела вперёд. Сокращения мышц происходят с очень большой частотой, что обеспечивает равномерность движения. Это достигается, в частности, высокой проводимостью нервов – у некоторых кальмаров их толщина достигает 18 мм. У кальмаров была зарегистрирована скорость передвижения 55 км/ч. Головоногие также могут плыть, помогая себе щупальцами. Некоторые кальмары, выталкивая из сифона воду у поверхности моря, могут подниматься в воздух на несколько метров.

Органы зрения совершенны. Глаза, похожие на человеческие, имеют хрусталик и сетчатку; у гигантских кальмаров их величина превышает 40 см. На плавниках есть и миниатюрные термолокаторы. На внутренней поверхности щупалец и на присосках сосредоточены чувствительные органы обоняния (или вкуса). Развитым органам соответствует большой головной мозг.

Для пассивной защиты от врагов используется автотомия (головоногие «отбрасывают» щупальца, за которые их схватил враг) и выпрыскиваемые в сторону чернильные завесы, возможно, ядовитые. Кроме того, рассеянные по коже специальные клетки – хроматофоры и иридиоциты – позволяют изменять цвет тела, «подстраиваясь» под окружающую среду. Некоторые головоногие способны к люминесценции.

Головоногие могут вырастать до гигантских размеров – 18 м и больше (их масса может достигать нескольких тонн). Известны многочисленные рассказы о гигантских спрутах (кракенах), якобы уловаживающих морские суда на дно.

Все головоногие раздельнополы. Самцы осьминогов переносят сперму в мантийную полость самки особым щупальцем – гектокотилем. Часто оно отрывается от тела и самостоятельно плавает в поисках самки. Самка обычно высиживает яйца, иногда сооружая гнезда.

Головоногие обитают в морях (вплоть до глубины 5 км), предпочитая тёплые водоёмы. Одни формы живут среди прибрежных скал, другие – на больших глубинах. Одни плавают в толще воды, другие ползают по дну. Практически все – хищники, питающиеся рыбой, ракообразными, другими моллюсками; добычу ловят щупальцами, умерщвляя её секретом ядовитых желёз. Многие головоногие (кальмары, каракатицы, осьминоги) употребляются человеком в пищу. Класс делится на два подкласса: четырёхжаберные (вымершие аммониты и единственный сохранившийся сейчас род наутилусы) и

двужаберные (каракатицы, кальмары, осьминоги и вымершие белемниты). Около 600 современных видов.

#### Щупальцевые

Все четыре типа щупальцевых – вторичнополостные животные. Они обычно относятся к первичноротым животным, хотя имеют ряд особенностей вторичноротых. Рассмотрим эти типы по очереди.

Мшанки (Bryozoa или Ectoprocta) – морские сидячие животные. Колонии мшанок состоят из микроскопических особей длиной до 3 мм, заключённых в известковую, хитиновую или студенистую оболочку. Через отверстие в её стенке может выдвигаться передняя часть тела с венчиком щупалец. Их движение создаёт ток воды, приносящей ко рту мелкий планктон. Одни колонии мшанок имеют форму кустов и деревьев, другие – комков и корочек. Некоторые колонии похожи на мох, отсюда и произошло название типа. Площадь колонии может достигать квадратного метра.

В связи с сидячим образом жизни все органы мшанок упрощены. Петлеобразный кишечник заканчивается анальным отверстием, лежащим вне лофофора (кольца щупалец). Жидкость вторичной полости выполняет функции крови; выделения собираются в фагоцитах и выводятся через кишечник. Дыхание осуществляется через щупальца и поверхность тела. Нервная система состоит из одного ганглия и отходящих от него нервов.

Размножение половое и бесполое, причём большинство мшанок раздельнополы. Осев на дно, личинка прикрепляется к субстрату и почкованием даёт начало новой колонии. Отдельные особи живут недолго. В колониях мшанок наблюдается полиморфизм: есть особи, служащие для защиты колонии, очистки, укрепления.

Мшанки широко распространены в пресных водах и морях, от полосы прилива до глубины в 300 м (некоторые – до глубины в 6 км). Древние мшанки (около 15 000 вымерших видов) известны с кембрия; в настоящее время насчитывают около 4500 видов, разделённых на 2 класса (по способу размножения и образу жизни). Мшанками часто обрастает днище кораблей, что мешает нормальному судоходству.

Форониды (Phoronida) – морские животные длиной от 0,5 до 40 см, названные одним из эпитетов египетской богини Исида. Червеобразное тело не разделено на сегменты. Форониды живут поодиночке в секретируемых хитиновых трубках, погружённых нижним концом в ил или песок. Край лофофора несёт двойной ряд ресничных щупалец, загоняющих в рот пищу. Форониды имеют замкнутую кровеносную систему и петлеобразный кишечник. Органами выделения служит пара метанефридиев. Дыхательной системы нет.

Форониды раздельнополы, из яйца выходит личинка. Около 20 видов.

Последний тип щупальцевых – плеченогие (Brachioroda) – мелкие одиночные животные, похожие на двустворчатых моллюсков. Ведут сидячий образ жизни. Тело покрыто известковой раковиной, задние края которой соединяются мышцей. Передняя часть раковины занята разросшимся лофофором в виде отростков, на которых расположены щупальца с ресничками, загоняющие в рот воду с питательными частицами. Имеется сердце и кровеносная система, а также окологлоточное нервное кольцо.

Брахиоподы раздельнополы. Свободноплавающая личинка прикрепляется к субстрату, превращаясь во взрослую особь.

Сохранилось около 300 видов плеченогих, вымерших видов известно около 12 000. Они появились в кембрии и достигли расцвета в ордовике; на рубеже палеозоя и мезозоя большинство видов вымерли.

К щупальцевым в последнее время относят ещё один тип животных – камптозоев. Камптозои (Kamptozoa) или внутрипорошицевые (Entoprocta) – мелкие, как правило, колониальные животные длиной от 1 мм до 1 см. Тело состоит из чашечки, заключающей в себе все органы животного, и гибкого стебелька, при помощи которого оно прикрепляется к



субстрату или столону – стелющемуся стволу колонии. Ротовое и анальное отверстия окружены кольцом щупалец на округлом выросте – лофофоре. При помощи ресничек на щупальцах животное загоняет в рот воду с питательными частицами.

Большинство камптозоев раздельнополы; у самок есть выводковая сумка, в которой оплодотворяются яйца и развиваются личинки. Имеется и бесполое размножение. Развитие сопровождается метаморфозом. Камптозои питаются детритом и водорослями; большинство из них – обитатели моря (обычно в прибрежной полосе). Около 150 видов.

## **1. 7 Лекция № 7 ( 2 часа).**

**Тема:** Тип Членистоногие.

### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Важнейшие подтипы и классы животных, объединяемые в тип членистоногие.
2. Особенности организации, характеризующие тип членистоногие, строения систем органов.
3. Размножение и развитие. Практическое значение.

### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Важнейшие подтипы и классы животных, объединяемые в тип членистоногие.**

Членистоногие — это самый многочисленный тип во всем животном царстве. Одних только насекомых в мире насчитывается более миллиона видов, а помимо этой группы к типу относятся еще такие многочисленные классы, как ракообразные, паукообразные, многоножки и др. Среди членистоногих появляются первые и единственные группы в ряду беспозвоночных, освоившие воздушное пространство (представители класса насекомые), имеющие хорошо развитые крылья и активно перемещающиеся в воздухе. С уверенностью можно сказать, что расцвет членистоногих приходится практически на наше время. Чем же обеспечено такое процветание? Какие признаки позволяют этим животным столь активно заселять различные местообитания? Для представителей типа членистоногих характерны следующие особенности организации:

1. Тело подразделено на ряд сегментов, т. е. характерна метамерность строения, но в отличие от кольчатых червей, эти сегменты не однородны — это так называемая гетеромерная (гетерономная) метамерия. Передний отдел тела членистоногих, несущий органы чувств и конечности для захвата пищи, называется головой (сегменты, образующие голову, сливаются в единую монолитную структуру), средний — несущий ходильные конечности — грудью, а задний — брюшком.

2. Характерно наличие плотного наружного покрова (экзоскелета) — кутикулы, образованного в основном хитином и покрытого сверху водоотталкивающим восковым слоем. Благодаря наличию такого покрова, эти животные первыми из всех представителей животного царства смогли заселить пространства суши в девонском периоде палеозойской эры (см. раздел “Естественная история развития жизни на земле”).

3. Конечности из-за развития плотного покрова имеют членистое строение, представляя собой систему подвижно сочлененных друг с другом рычагов (отдельные членики конечностей соединяются между собой посредством суставов).

4. Кожно-мускульный мешок, свойственный для предыдущих групп — редуцируется (скорее всего это связано с появлением плотного наружного покрова). К внутренней поверхности экзоскелета прикрепляются пучки поперечно-полосатых мышц — появление

мускулатуры этого типа обеспечивает увеличение подвижности членистоногих и увеличение скорости их передвижения в пространстве, по сравнению с другими организмами. Гладкая мускулатура частично сохраняется.

5. В связи с развитием прочного экзоскелета целом (или вторичная полость тела) утрачивает опорную функцию.

6. Полость тела у членистоногих смешанная (т. наз. миксоцель); она образуется в результате смещения первичной и вторичной полости тела вследствие неоднородности сегментации и объединения сегментов в функциональные группировки (отделы тела см. выше п.1.).

7. Из-за того, что экзоскелет обладает значительной жесткостью, рост членистоногих возможен только во время линьки, когда прежний покров уже сброшен, а новый — еще мягкий и поддается растяжению.

8. Нервная система представлена либо брюшной нервной цепочкой, либо брюшной нервной “лестницей” (у примитивных групп).

9. Кровеносная система незамкнута, имеется просто устроенное сердце.

10. Органы дыхания могут быть трех основных типов: жабры, легкие и трахеи.

11. Выделительная система представлена мальпигиевыми сосудами и придатками средней кишки; метанефридии вследствие неоднородной сегментации тела частично редуцированы.

В настоящее время известно около 1 млн 200 тыс. видов членистоногих, из них на долю насекомых приходится более 1 млн видов. Тип членистоногие делится на четыре подтипа, каждый из которых включает один или несколько классов:

- подтип трилобитовые (класс трилобиты) — полностью вымершая группа;
- подтип хелицеровые (классы мечехвосты, паукообразные и ракоскорпионы, представители последнего класса вымерли);
- подтип жабродышащие (класс ракообразные);
- подтип трахейные (классы многоножки и насекомые).

## **2. Особенности организации, характеризующие тип членистоногие, строении систем органов.**

Среди всех групп беспозвоночных животных тип членистоногих выделяется наибольшим разнообразием приспособлений к самым различным условиям существования, изумительным богатством форм и огромным числом видов. Число видов членистоногих приближается к 3 миллионам и намного превышает число видов всех остальных типов животных и растений, вместе взятых, включая микроорганизмы. Особенно обильны видами насекомые, на долю которых падает более 90% известных видов членистоногих.

Именно тонкими приспособлениями к использованию всевозможных местообитаний, всяких источников пищи, часто недоступных для других животных, объясняется многообразие и обилие видов членистоногих.

Трудно найти такие места, где не было бы членистоногих. Они живут во всех морях и океанах — и в толще воды, и на дне, и в грунте на разных глубинах; они обитают и во всевозможных пресных водоемах — не только в реках и озерах, но и в мелких пересыхающих лужах, в подземных водах и пещерах, в скоплениях воды в дуплах деревьев. Некоторые виды приспособились к жизни в очень соленых водоемах, другие — в горячих источниках. Кажется, все разнообразие водной среды на поверхности нашей планеты освоено членистоногими.

Многие членистоногие — паразиты, постоянные или временные, наружные или внутренние, как других видов членистоногих, так и животных, относящихся к другим типам, причем, например, среди насекомых число видов паразитов не многим, вероятно,

уступает числу остальных видов. Иногда членистоногие столь изменяются под влиянием паразитического образа жизни, что даже перестают быть похожими на членистоногих.

Какими только способами, какими только веществами членистоногие не питаются. Одни фильтруют воду, потребляя мелкие планктонные организмы и мелкие взвешенные частицы разлагающихся остатков организмов; другие роются в грунте или почве, пропуская через кишечник большое количество минеральных частиц, чтобы усвоить рассеянные между ними органические вещества; есть членистоногие, которые питаются такими трудноперевариваемыми веществами, как рог и воск; есть существующие за счет клетчатки. Некоторые способны усваивать с помощью симбиотических микроорганизмов атмосферный азот. Огромное число представителей разных классов членистоногих — хищники и паразиты; для наземных членистоногих, особенно насекомых, один из основных источников пищи — ткани живых высших растений.

Членистоногие, как и кольчатые черви, — это двустороннесимметричные сегментированные животные. Сходство членистоногих с кольчатыми проявляется не только в наружной сегментации. Центральная нервная система у более примитивных членистоногих очень сходна с лестничной нервной системой полихет.

Специфические признаки членистоногих связаны с тем, что у них тело покрыто очень плотной и прочной кутикулой, которая нередко образует очень твердый панцирь. Кутикула у членистоногих выделяется наружным слоем клеток, так называемой гиподермой, имеет очень сложное строение и сложный химический состав. Раньше считали, что у членистоногих кутикула состоит только из хитина. Теперь выяснилось, что, кроме хитина, в состав ее входят многие другие соединения, в основном задубленные белки, и что у большинства членистоногих на долю хитина падает не больше трети веществ, из которых состоит кутикула. Хитин — это сложный полисахарид, в состав молекулы которого входят атомы азота. Вероятно, это не определенное соединение, а группа близких соединений, формулы которых точно не установлены. Хитин эластичен, прочен и устойчив к химическим воздействиям. Нередко в кутикуле содержится много углекислого кальция.

В теле членистоногих обычно можно различить 3 отдела — голову, на которой находятся основные органы чувств, служащие для ориентировки в пространстве (глаза, усики и др.)» и органы захватывания пищи. Сегменты головы у членистоногих слитные. Далее следует грудь — тот отдел тела, на котором располагаются основные двигательные придатки — ноги, а у насекомых и крылья. Задний отдел тела называется брюшком. У некоторых членистоногих (например, у многоножек, а из ископаемых — у трилобитов) все туловищные сегменты более или менее однородны, и тогда в теле животного различают только 2 отдела — голову и туловище. У многих членистоногих (у паукообразных, десятиногих раков) сливаются головной и грудной отделы, образуя головогрудь. А у клещей вообще утрачиваются границы между отделами тела, тело слитное.

Передвигаются членистоногие с помощью конечностей.

Некоторое количество пар конечностей на голове у всех членистоногих превращается в ротовые органы — челюсти, использующиеся хотя бы частично для захватывания или размельчения пищи. Это тоже признак, характерный для типа членистоногих. Ротовые части бывают настолько видоизменены, что их трудно даже признать конечностями, например, хоботок комара или клопа. Число пар ног, которые служат для передвижения, неодинаково у разных членистоногих. Для насекомых характерно развитие 3 пар двигательных конечностей, для паукообразных — 4 пар, а у некоторых многоножек число ног превышает сотню.

Нередко туловищные конечности служат не только как ноги, но и как жабры, присоски и другие органы.

У членистоногих двигательная мускулатура состоит из отдельных мышц, концы которых присоединяются к разным утолщенным участкам покровов, отделенным друг от

друга мягкой перепонкой. Движение членистоногих обеспечивается не изгибами тела при сокращении всей мускулатуры туловища, как у червей, а сокращениями обычно немногих мышц, связанных с конечностями или другими двигательными придатками (крылья насекомых, вилочка ногохвосток и др.). Мышцы членистоногих обладают исключительно высокой способностью к сокращению. Все они поперечнополосатые, причем обнаруживаемая под микроскопом поперечная исчерченность мышечных волокон у членистоногих выражена больше, чем у позвоночных, — мышцы членистоногих сильнее наших, если, конечно, учитывать размеры. Так как панцирь членистоногих служит и местом прикрепления двигательных мышц, он является и скелетом, называемым «наружным» в отличие от привычного нам внутреннего скелета позвоночных.

Панцирь членистоногих лишь в результате долгой эволюции стал скелетом. А сначала утолщение и упрочнение покровов у обитавших в морях далеких червеобразных предков членистоногих служило, надо полагать, приспособлением к защите внутренних органов от повреждений. Утолщение и уплотнение кутикулы делает ее менее проницаемой. Поэтому понятно, что только очень мелкие членистоногие, имеющие тонкие покровы, живущие в воде или в очень влажных местах, могут дышать всей поверхностью тела.

У всех более крупных членистоногих, имеющих и более плотные покровы, обязательно развиваются специальные дыхательные органы, поверхность которых покрыта такой тонкой кутикулой, что через нее легко может поступать кислород.

У живущих в воде членистоногих это жабры. Для дыхания в воде важно, чтобы поверхность жабр была возможно большей. Поэтому жабры всегда представляют собой тонкие листовидные выросты или пучки пальцевидных отростков. Обычно жабрами у членистоногих становятся конечности или части конечностей. В воде благодаря большой ее плотности даже тоненькие жаберные листочки не слипаются друг с другом. Поэтому на небольшом участке тела (в остальных местах защищенного плотными покровами) может разместиться много листовидных жабр.

Для доставки кислорода от жабр ко всем удаленным от них органам служит кровеносная система и полостная жидкость. У членистоногих кровеносная система представлена расположенным в спинной части тела пульсирующим, обычно продолговатым сосудом — сердцем. Кровь поступает в сердце через закрывающиеся клапанами боковые отверстия, а выталкивается из него в полость тела или непосредственно, или через немногие крупные сосуды — система кровообращения незамкнутая. У крупных морских членистоногих, имеющих толстый панцирь, — у омаров, у мечехвостов — в крови есть дыхательный пигмент гемоцианин, сходный по химическому составу с нашим гемоглобином, но придающий крови не красный, а синеватый цвет: в состав гемоцианина входит не железо, как в гемоглобине, а медь. Гемоцианин легко присоединяет кислород при прохождении крови через жабры и отдает его внутренним органам. Так как у членистоногих кровеносная система незамкнутая, правильнее называть их «кровь» «гемолимфой», но и термином «кровь» зоологи широко пользуются.

На открытой поверхности суши ни кожное дыхание, ни дыхание с помощью жабр невозможно легкопроницаемые участки покровов пропускают воду и быстро подсыхают, теряя проницаемость. Поэтому водные организмы, извлеченные на сушу, погибают от потери воды или от недостатка поступающего кислорода. На суше только скрытоживущие мелкие членистоногие, обитающие в таких местах, где воздух всегда насыщен водяным паром, например в почве, могут дышать всей поверхностью тела (мелкие клещи, ногохвостки, симфилы). Жизнь на суше вне влажных укрытий требует развития непроницаемых для испарения покровов, а такие покровы не пропускают и кислород.

У наземных членистоногих развиваются особые дыхательные органы — либо «легкие», представляющие глубокие мешковидные впячивания со складчатыми стенками, открывающиеся наружу лишь небольшими отверстиями (у пауков, у скорпионов), либо (у

большинства наземных членистоногих) трахеи. Трахеи представляют собой тонкие, обычно обильно ветвящиеся трубочки, открывающиеся наружу маленьким входным отверстием («дыхальцем») на поверхности тела. Ветви этих трубочек омываются полостной жидкостью, а самые мелкие ответвления доходят до отдельных клеток. Из тонких трубочек трахей вода через дыхальца испаряется очень медленно, и потери ее незначительны, а кислород по ним проникает быстро и легко.

У членистоногих, хорошо приспособившихся к жизни на суше, панцирь бывает нередко тоньше, чем у обитающих в воде, но зато на его поверхности отлагается очень тонкий слой воскоподобных и жироподобных веществ, не пропускающих пары воды. Этот слой защищает организм от высыхания и препятствует испарению. Поэтому у всех членистоногих, живущих открыто на поверхности суши, есть специальные органы дыхания. Те членистоногие, у которых специальных органов дыхания нет, которые дышат всей поверхностью кожи, вынуждены обитать во влажных укрытиях — в почве, в лесной подстилке ит. д., только иногда по ночам и после сильных дождей показываясь на поверхности.

Выведение растворенных вредных продуктов разрушения белков у водных членистоногих происходит непосредственно во внешнюю среду через отверстия выделительных органов, открывающиеся у основания конечностей головного или грудного отдела. А у всех членистоногих, наилучшим образом приспособившихся к жизни на суше, — у пауков, многоножек, насекомых — выделительные трубочки («мальпигиевы сосуды») открываются в начале задней кишки. По мере прохождения по ней непереваренных остатков пищи и продуктов выделения и из тех и из других стенки задней кишки всасывают воду, столь труднодоступную для жителей суши, а экскременты и продукты обмена выводятся из кишечника в обезвоженном состоянии.

Рост у членистоногих — не непрерывный процесс, а ступенчатый, размеры тела увеличиваются скачкообразно — сразу после линьки. У многих членистоногих во время линьки происходит и большее или меньшее изменение строения тела. Часто взрослое животное приспособлено к совсем иному образу жизни, чем молодое, и потому особи разных возрастов (возрастом у членистоногих называется период между линьками) бывают даже совсем непохожи друг на друга. В таком случае развитие сопровождается метаморфозом. Превращение гусеницы в куколку, а куколки в бабочку может служить общеизвестным примером.

У большинства членистоногих хорошо развиты глаза. Глаза у членистоногих бывают простые, имеющие одну линзу, и сложные, или фасеточные. У высших представителей всех подтипов глаза сложные, фасеточные, состоящие из множества расположенных плотно рядом друг с другом маленьких глазков. Иногда число глазков (так называемых омматидиев) в фасеточном глазу измеряется несколькими тысячами. Фасеточные глаза характерны для высших ракообразных, мечехвостов и насекомых.

Хорошо развит и слух у членистоногих. Звуковые волны определенной длины (чаще короткие) они воспринимают с помощью тонких слуховых волосков на поверхности тела, особенно на усиках, с помощью специальных слуховых органов, напоминающих по строению струну, натянутую над резонаторной ямкой (как струна на балалайке), и других приспособлений. Часто наземные членистоногие издают ультразвуки, которых мы не слышим, с помощью различных «стридуляционных» органов, по принципу действия напоминающих струну и смычок.

Особенно замечательна способность членистоногих воспринимать запахи — ничтожные концентрации многих веществ, растворенных в воде или взвешенных в воздухе. У водных членистоногих прекрасно развиты органы равновесия.

Наиболее универсальное чувство, присущее всем членистоногим, — осязание. Осязательную функцию выполняют многочисленные волоски на поверхности тела

членистоногих. Для многих членистоногих, особенно для донных, почвенных и живущих в тканях растений и животных, характерно стремление к наибольшей поверхности контакта с твердыми предметами - «тигмотаксис».

Поведение членистоногих, особенно в период размножения (спаривание, забота о потомстве), бывает очень сложным, в чем можно убедиться из знакомства с приводимыми ниже описаниями образа жизни разных представителей этого типа. Очень часто поведение определяется прямой реакцией на раздражение, например приближение к источнику света («положительный фототаксис») или уход от света («отрицательный фототаксис»).

Наряду со сложными формами инстинктивного поведения у членистоногих (высшие ракообразные, пауки, высшие насекомые) прослеживаются и индивидуальные навыки; у них можно выработать и условные рефлексы. Мало того, например, пчелы могут передавать друг другу приобретенные навыки, обмениваться информацией. Определенными телодвижениями рабочая пчела сообщает другим пчелам в улье, в каком направлении надо лететь за взятком.

Членистоногим, несомненно, свойственны многие проявления высшей нервной деятельности, которую еще недавно считали характерной только для позвоночных.

### **3. Размножение и развитие. Практическое значение.**

Все членистоногие размножаются половым путем — обычно с оплодотворением, но иногда и без оплодотворения (партогенетически). Большинство членистоногих раздельнополые, но некоторые, ведущие неподвижный образ жизни (например, усоногие ракообразные) или паразитические формы (например, некоторые равноногие ракообразные), - гермафродиты.

Типы оплодотворения у членистоногих разнообразны.

У водных членистоногих, например, мечехвостов, бывает настоящее наружное оплодотворение, когда самка откладывает яйца в воду, а самец туда же выводит семенную жидкость. Проникновение сперматозоида в яйцо происходит при наружном оплодотворении во внешней среде — в воде.

Часто при наружном оплодотворении у водных членистоногих самец прикрепляет «пакеты» с семенной жидкостью (сперматофоры) к выводным половым отверстиям самок — откладываемые яйца оплодотворяются во внешней среде, но вероятность оплодотворения каждого яйца в таком случае увеличивается.

С переходом к жизни на суше низшие членистоногие, обитающие во влажной среде, — в почве, в гнилой древесине и т. п. (многие клещи, скорпионы, ложноскорпионы, многоножки, ногохвостки и др.), выработали новый способ оплодотворения. Самцы откладывают сперматофоры во внешнюю среду, как при наружном оплодотворении (на землю, на остатки растений), а самки подбирают их своими половыми отверстиями, и, таким образом, проникновение сперматозоидов в яйцо осуществляется внутри организма самки, как при внутреннем оплодотворении. Такое оплодотворение называется наружно - внутренним.

У обитающих на поверхности суши в открытой атмосфере членистоногих оплодотворение внутреннее: самцы вводят семенную жидкость непосредственно в половые отверстия самок. Проникновение сперматозоида в яйцо происходит в защищенных от высыхания условиях внутри материнского организма.

В отдельных группах водных членистоногих, например у усоногих раков, также выработалась способность к внутреннему оплодотворению, повышающая плодовитость.

У большинства членистоногих наблюдается откладка яиц, живорождение наблюдается редко, например у некоторых двукрылых насекомых. Чаще наблюдается яйцеживорождение: самка рождает живых детенышей, однако развитие детенышей

происходит за счет питательных запасов яйца, но не во внешней среде, а в яйцеводах самок (например, у тлей).

Как упоминалось, развитие многих членистоногих происходит со сложным превращением. В тех случаях, когда взрослая особь и форма, вышедшая из яйца, резко различаются по строению, молодые особи называются личинками.

У малоподвижных или неподвижных морских ракообразных расселяются подвижные личинки. У очень подвижных во взрослом состоянии крылатых насекомых личинки—в основном питающаяся стадия.

В тех случаях, когда яйца богаты желтком, из них выходят молодые членистоногие, уже похожие на взрослых. Такое развитие характерно для многих пресноводных ракообразных, паукообразных и некоторых насекомых.

## **1. 8 Лекция № 8 (2 часа).**

**Тема:** Систематика и морфология членистоногих. Подтип Жабродышащие, класс Ракообразные.

### **1.8.1 Вопросы лекции:**

1. Особенности ракообразных как первичноводных членистоногих. Сегментация тела на отделы. Развитие систем органов.
2. Подкласс Жаброногие. Характерные черты строения и развития.
3. Подкласс Максиллоподы. Особенности организации и образа жизни (отряд веслоногие, карпоеды, усконогие)
4. Подкласс ракушковые ракообразные. Особенности строения и развития.
5. Высшие раки. Отряд Десятиногие и их характеристика.

### **1.8.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Особенности ракообразных как первичноводных членистоногих. Сегментация тела на отделы. Развитие систем органов.**

Жабродышащие (Branchiata) – ещё один подтип членистоногих. Многими авторами эти животные объединяются вместе с насекомыми в подтип челюстных (Mandibulata). Подтип включает единственный класс ракообразных (Crustacea).

Тело ракообразных составляет в длину от 0,5 мм до 80 см. Оно покрыто хитиновым панцирем и состоит из головы, груди и брюшка. На голове имеются две пары осозательных придатков (антенн и антеннул) и три пары челюстей. Грудь и брюшко сегментированы. Количество ног у разных групп ракообразных может варьировать.

Пищеварительная система ракообразных включает в себя жевательный желудок, кишечник и «печень». Органы дыхания – жабры, расположенные на конечностях или по бокам тела, а у некоторых сухопутных форм – псевдотрахеи. Органы выделения – целомодукты (протоки, соединяющие целом с внешней средой). Органы чувств – фасеточные глаза,статоцисты и усики.

Большинство раков раздельнополы; усконогие рачки, ведущие сидячий образ жизни, – гермафродиты. Оплодотворение наружное (самцы прикрепляют сперматофоры возле половых отверстий самок). Как правило, эти животные развиваются с несколькими метаморфозами; их личинка называется науплиусом.

Ракообразные – обитатели морей, где они составляют основную массу зоопланктона и значительную часть бентоса и служат пищей рыбам. Обитают раки и в пресных водах, а вот

на суше живут лишь немногие – мокрицы и некоторые сухопутные крабы. Ракообразные питаются бактериями и простейшими, детритом, растениями или животными. Мешкогрудые, веслоногие и уsonoгие раки – паразиты. Десятиногие раки (камчатский краб, речные раки, лангусты, креветки, омары) разводятся человеком и употребляются в пищу.

Ракообразные произошли либо от вымерших трилобитов, либо непосредственно от кольчатых червей. В ископаемом состоянии они известны с кембрия. Современных ракообразных около 30 000 видов, объединяемых в 5 подклассов (согласно другим исследованиям – классов): ремипедии, цефалокариды, жаброногие, максиллоподы (ракушковые, уsonoгие и веслоногие раки, тантулокариды, жаброхвостые) и высшие раки.

## **2. Подкласс Жаброногие. Характерные черты строения и развития.**

Жаброногие – самые примитивные из ракообразных. У них наиболее гомономная сегментация тела, листовидные многофункциональные грудные конечности. Голова не сливается с грудными сегментами. Брюшной отдел без конечностей, заканчивается «вилочкой» (фуркой). Почки – максиллярные. Развитие или прямое, или с превращением. К подклассу Жаброногие относятся отряды: 1) Жаброногие, или Беспанцирные (Anostraca), 2) Листоногие (Phyllopoda).

Артемии (*Artemia salina*) (рис. 1) обитают в соленых озерах и лужах зоны полупустынь и пустынь и морских лиманах, выдерживают огромный диапазон солености от 40 до 230‰. Длина тела не превышает 1 см. Не имеют панциря. На голове располагаются антенны, нитевидные антеннулы, фасеточные глаза на стебельках и один науплиальный глазок. Антенны самцов преобразованы в хватательные органы для удерживания самки. Грудной отдел состоит из одиннадцати гомономных сегментов с соответствующим числом пар конечностей. Каждая конечность несет листовидные жабры.

Брюшко состоит из 8 сегментов и тельсона с вилочкой. У самок 1 яйцевой мешок. В зависимости от солености воды изменяется длина вилочки, в пресных водоемах удлиняется. Являются фильтраторами, питаются одноклеточными водорослями, органическими частицами, которых процеживают из воды с помощью грудных ножек. Могут размножаться партеногенезом. Развитие метаморфозом, личинка – науплиус. Артемии разводятся в заводских условиях, используются, в частности, для откорма молоди осетровых рыб.

У представителей отряда Листоногих имеется головогрудной щит, или карапакс, прикрывающий большую часть тела. Грудные ножки – листовидные. К отряду Листоногие относятся подотряды: 1) Щитни (Notostraca), 2) Ветвистоусые (Cladocera) и др.

Щитни (подотряд Щитни) обитают во временных пересыхающих водоемах, лужах. Щитни имеют слабовыпуклый со срединным килем карапакс (панцирь), который прикрывает головной и грудной отделы.

На голове находятся два фасеточных глаза и один науплиальный глазок. Антенны и антеннулы слабо развиты, мандибулы – крупные, две пары максилл – маленькие. Грудной отдел включает 10–40 сегментов. Первые 10 сегментов несут по одной паре ног, остальные – по 2–4 пары. Яйца щитня могут долгое время выдерживать высыхание и перепады температур. Размножаются, в основном, партеногенезом. Развитие – метаморфозом (науплиус, метанауплиус), протекает очень быстро.

Щитни известны в ископаемом состоянии с триасового периода. Удивительно, но современный вид *Triops cancriformis* не изменился в течение 200 млн. лет.

Дафнии, или водяные блохи (подотряд Ветвистоусые) – планктонные ракообразные, обычные обитатели наших рек и озер. Карапакс – прозрачный, имеет форму двустворчатой раковинки и прикрывает все тело. Створки карапакса приоткрыты с брюшной стороны. Антеннулы небольшие, антенны – очень крупные, двуветвистые и служат для плавания. На голове имеется один фасеточный глаз и один науплиальный глазок. Грудной отдел состоит из 4–6 сегментов, несет соответственное число пар конечностей, на которых находятся



жаберные лепестки. Брюшко короткое нерасчлененное с коготкообразной вилочкой. Под карапаксом на спине имеется выводковая камера, в которую откладываются яйца. Весной и летом дафнии размножаются партеногенезом, осенью – половым способом.

Дафнии и другие ветвистоусые являются кормовой базой для многих видов рыб.

### **3. Подкласс Максиллоподы. Особенности организации и образа жизни (отряд веслоногие, карпоеды, усоногие).**

У представителей веслоногих, усоногих и карповых вшей грудные ножки в дыхании не участвуют, брюшных ножек нет, отсутствуют также жабры, кровеносная система и фасеточные глаза. Метаморфоз у них сложный. Кроме свободноживущих форм есть сидячие и паразитические. Представители веслоногих — циклопы (Cyclops), карповых вшей — карпоеды (Argulus), усоногих — морские желуди (Balanus). Мелкие пресноводные циклопы являются промежуточными хозяевами гельминтов. Для подкласса ракушковых характерно наличие двустороннего головогрудного щита, полностью скрывающего тело животного. Организация упрощена. Подкласс высшие раки включает наиболее высокоорганизованных ракообразных. У них определенное число сегментов тела, имеются брюшные ножки и сегментация более гетерономная, чем у других ракообразных. Последняя пара брюшных ножек — уropоды — у высших раков часто сильно видоизменена. Развитие протекает с метаморфозом или прямо. Представители — мизиды (отряд Mysidacea), мокрицы (отряд Oniscoidea), бокоплавы (отряд Amphipoda), речные раки (семейства Astacidae и Parastacidae), крабы (Brachyura — отдел Reptantia из отряда Decapoda). Многие виды имеют промысловое значение (например, камчатский краб, омар, речные раки) и служат пищей для рыб и беззубых китов.

### **4. Подкласс ракушковые ракообразные. Особенности строения и развития.**

К этому подклассу принадлежат большей частью мелкие (обычно мельче 1 мм, в редких случаях до 30 мм) рачки, обладающие двустворчатой, часто пропитанной солями кальция раковиной, целиком покрывающей их тело. Между створками раковины при движении животных высовываются только антенны и иногда концы ножек, а также фурка. Тело очень сильно укорочено и утратило сегментацию. Число грудных ножек сокращено до 1—3 пар. Все головные придатки и грудные ножки очень сильно специализированы: каждая пара выполняет какую-нибудь определенную функцию. Сердца и жабр в подавляющем большинстве случаев нет. Из яйца выходит иауплиус, имеющий, как и взрослые особи, двустворчатую раковину. Ракушковые обитают как в море, так и в пресных водоемах. Большинство видов этих рачков передвигается по дну и водным растениям, но среди морских видов есть и планктонные. Благодаря прочной раковине ракушковые хорошо сохраняются в ископаемом состоянии и используются геологами для определения возраста различных отложений. Ракушковые — очень древняя группа животных: их остатки известны с нижнего кембрия. Одни исследователи считают, что подкласс включает единственный отряд, имеющий то же название, другие разделяют его на 4 отряда. Всего известно более 2000 ныне живущих и 12 000 ископаемых видов. Трудно найти водоем, где не жили бы ракушковые рачки. По разнообразию условий, к которым они приспособились, их можно сравнить только с веслоногими. В мелких лужах, в прудах, в крупных озерах, в подземных водах, на всех глубинах Мирового океана, как на дне, так и в толще воды можно обнаружить этих невзрачных мелких животных. Более того, известны 7 видов (*Mesocypis terrestris*, *Scotia audax* и др.), которые перешли к сухопутному существованию: они живут в лесной подстилке влажных лесов Южной Африки, Мадагаскара, Австралии, Тасмании и Новой Зеландии. Как у многих других видов ракушковых, створки их раковин покрыты щетинками, что в данном случае способствует удержанию влаги и препятствует

высыханию. Ракушковые из рода *Potamocypris* обнаружены в теплых водах ручья в штате Орегон в США при температуре 54 °С. Среди ракушковых имеются и комменсалы, живущие на разных животных, например на сверлящем дереве равноногом раке рода *Limnoria*. Несмотря на столь разные условия существования и различный образ жизни (среди ракушковых есть хищники, есть и грунтоеды, донные и планктонные формы, зарывающиеся в грунт и ползающие по растениям и т. д.), организация ракушковых в общем довольно однообразна. Все они обладают двустворчатой раковиной, соответствующей карапаксу других ракообразных. Внутренняя ее поверхность хитинизирована, а наружная обычно известковая. Левая и правая створки раковины соединены на спинной стороне эластической связкой. У многих видов есть и замок, состоящий из выступов на одной створке и соответствующих им углублений на другой. Приблизительно в середине тела расположен мощный мускул-замыкатель, прикрепленный к правой и левой створкам. При сокращении этого мускула раковина плотно закрывается.

Форма и строение раковины зависят от образа жизни. У рачков, живущих на поверхности жесткого грунта, раковина обычно толстостенная и снабжена различными буграми и выростами; у видов, роющихся в грунте, она толстостенная, но гладкая, а у видов, ползающих по растениям и живущих на мягком илистом грунте, она тонкая и гладкая. В особенности тонкой раковиной обладают морские планктонные виды, плотность тела которых приближается к плотности воды. Голова часто хитинизирована. На ней обычно помещается непарный науплиальный глаз, а у представителей морского семейства Cypridinidae имеется пара сложных фасеточных глаз, достигающих у глубоководного планктонного *Gigantocypris* очень крупных размеров. Участки раковины, находящиеся перед глазами, прозрачны, так что рачки видят через раковину. На голове имеется четыре пары придатков. Наиболее мощная из них — задняя антенна, служащая основным органом передвижения. Она богата различными щетинками, приобретающими у некоторых видов форму маленьких клешней. У многих пресноводных ракушковых передняя антенна также длинная, хотя и тоньше задней. Они плавают, взмахивая передними антеннами вперед и вверх, а задними вперед и вниз, двигаясь при этом по равнодействующей, т. е. прямо. У представителей преимущественно морского семейства Cytheridae на конце редуцированной наружной ветви задних антенн открываются протоки парной паутинной железы. Вертикально опускаясь с какого-нибудь подводного предмета, рачки выделяют, как пауки, паутинную нить, а затем могут ею пользоваться при возвращении назад. Эта нить позволяет им также удерживаться на грунте и так противостоять течению. Жвалы снабжены сильно развитым щупиком, который нередко помогает движению рачков. Некоторые Cypridinidae, например *Asterope*, зарываются в грунт при помощи щупиков жвал. Передние челюсти у разных групп ракушковых устроены различно. Часто их наружная ветвь превращена в широкую пластинку, взмахи которой сменяют воду в полости раковины. Дыхание осуществляется через стенку тела, и только у *Asterope* на заднем отделе тела есть специальные выросты покровов, функционирующие как жабры. У большинства ракушковых челюсти снабжены специализированными щетинками и участвуют в захватывании пищи. Задние челюсти, по мнению большинства исследователей, у ракушковых отсутствуют, но некоторые считают, что первая пара грудных ног у них в действительности является второй парой челюстей. Первая, а у некоторых семейств (Cytheridae, Darwinulidae) и вторая пара грудных ног также ходильные, но у Cypridae и у всех представителей морского подотряда Myodocora задние грудные ножки загнуты на спинную сторону и приспособлены для очистки мантийной полости: они удаляют попавшие туда мелкие посторонние частицы. Есть роды, совсем лишенные обеих пар (Polyscope) или задней пары (Cytherella) грудных ножек. Задняя часть тела в большинстве случаев заканчивается хорошо развитой фуркой, принимающей участие в движении рачка. Эти движения очень разнообразны. Многие пресноводные Cypridae могут и плавать и ползать.

При ползании они цепляются щетинками задних антенн за субстрат и отталкиваются от него передними грудными ногами и фуркой; передние антенны при этом протянуты вперед и нащупывают путь. Некоторые виды (*Notodromas monacha*, *Heterocypris incongruens*, *Cyroides marginata*) могут передвигаться брюшной стороной вверх, подвешиваясь снизу к поверхностной пленке натяжения, как это делает описанный выше ветвистоусый рачок *Scapholeberis*. Другие способны зарываться в грунт на глубину до 7 см. Виды, приспособленные к передвижению по поверхности грунта и растений, часто отличаются удлинненными задними антеннами и передними грудными ножками. Морские планктонные *Conchoecia* и *Gigantocypris* плавают при помощи мощных задних антенн.

Также различны и способы питания. Многие ракушковые питаются преимущественно водорослями, остатками растений и животных и органическим веществом грунта (*Cytheridae*, *Darwinulidae*, *Candonidae*, *Cypridopsis*). Среди морских видов есть хищники. В кишечнике *Cypridina castanea* обнаружены остатки мизид и килевогих моллюсков, в кишечнике *C. norvegica* — остатки полихет. Планктонные ракушковые поедают других планктонных животных, в первую очередь веслоногих, но иногда и щетинкочелюстных и мелких рыб, а некоторые виды *Conchoecia* наряду с зоопланктоном используют и фитопланктон. Некоторые роды (морские *Asterope*, *Cyclasterope*, *Cytherella*, пресноводный *Notodromas*) — настоящие фильтраторы с соответственно устроенными ротовыми придатками. *Asterope* и *Cyclasterope* зарываются в грунт, выставляя над ним концы передних антенн, образующих отверстие в грунте, через которое проходит служащий для фильтрации ток воды. Все ракушковые раздельнополы. Иногда наблюдается половой диморфизм: самки могут отличаться от самцов строением карапакса раковины, глаз или задних антенн. У многих пресноводных *Cypridae* самки размножаются партеногенетически, а самцы вообще неизвестны. В условиях аквариума *Herpetocypris reptans* содержали в течение 30 лет, причем все это время происходило партеногенетическое размножение, и самцы ни разу не появились. Есть виды, которые в северной части области распространения размножаются партеногенетически, а в южной встречаются и самцы и самки и наблюдается процесс оплодотворения.

Половые органы ракушковых устроены очень сложно. Одной из самых удивительных особенностей этих рачков можно считать огромные размеры их сперматозоидов, превосходящих по величине сперматозоиды всех остальных животных. Например, у ракушкового рачка *Pontocypris* длиной 0,7 мм длина сперматозоида достигает 6 мм, т. е. оказывается в 8 раз больше самого животного. Длина сперматозоида человека (0,062 мм) почти в 100 раз меньше, чем длина сперматозоида рачка. Вмещающие такие гигантские сперматозоиды половые пути самцов и самок представляют собой сильно извитые каналы. Самцы имеют сложный копулятивный аппарат, при помощи которого через щель раковины вводят сперматозоиды в половое отверстие самки. Яйца оплодотворяются при выходе из полового отверстия и сначала оказываются в полости раковины, в ее задней части. Через некоторое время самка откладывает яйца на камни, поверхность грунта или на растение. Некоторые *Cytheridae* и *Darwinulidae* носят яйца под раковиной до выхода из них личинок, а у *Cypridinidae* под раковиной полностью формируются молодые рачки, после чего мать удаляет их наружу своими грудными ногами. У остальных ракушковых из яйца выходит науплиус своеобразного строения. Он снабжен двустворчатой раковинкой, более короткой и сильнее суживающейся к заднему концу, чем раковинка взрослых рачков. Его задние антенны и жвалы одноветвисты, причем последние заканчиваются длинным когтем. Науплиус может не только хорошо плавать, но и ползать при помощи задних антенн и жвал. Личинка линяет, постепенно приобретает недостающие конечности и превращается во взрослого рачка. У пресноводных видов продолжительность личиночного развития колеблется от 5 недель до 4 месяцев. В отличие от других ракообразных взрослые ракушковые не линяют. Длительность их жизни различна у разных видов. Пресноводные

виды, науплиусы которых вылупляются из перезимовавших яиц, живут обычно не более 4 месяцев, виды семейства Candonidae — 9 и более месяцев, а морской *Philomedes globosus* — не менее 2,5 лет.

## **5. Высшие раки. Отряд Десятиногие и их характеристика.**

Основные признаки видов подкласса — постоянное число грудных и брюшных сегментов, а также присутствие брюшных конечностей. Грудь состоит из 8, а брюшко из 6 или 7 сегментов и заканчивается тельсоном. Нередко передний или несколько передних грудных сегментов срастаются с головой и их конечности превращаются в ногочелюсти. Иногда срастаются между собой или с тельсоном и брюшные сегменты. Мужские половые отверстия всегда открываются на последнем, а женские на шестом грудном сегменте. Желудок подразделен на жевательную и фильтрующую камеры. Всегда есть сильно развитая пищеварительная железа, сердце и кровеносные сосуды. Название «высшие» не совсем точно. Если постоянство числа грудных и брюшных сегментов можно считать признаком более высокой организации, чем их непостоянство, присущее другим подклассам ракообразных, то присутствие брюшных конечностей, наоборот, говорит о меньшей специализации, чем их исчезновение, наблюдающееся у других подклассов. По всей вероятности, высшие ракообразные развивались независимо от других подклассов, каждый из которых сохранил те или иные примитивные признаки, унаследованные от общих предков. Представители высших ракообразных, как правило, крупнее, чем рачки, относящиеся к другим подклассам. Они распространены чрезвычайно широко: населяют самые разнообразные водоемы и частично приспособились к обитанию на суше. Систематика подкласса очень сложна: он делится на надотряды, которые в свою очередь подразделяются на отряды. Таких надотрядов насчитывается пять.

### **1. 9 Лекция № 9 ( 2 часа).**

**Тема:** Систематика и морфология членистоногих. П/тип Трахейнодышащие. Кл. Многоножки.

#### **1.9.1 Вопросы лекции:**

1. Особенности организации многоножек.
2. Подкласс Губоногие многоножки. Распространение и образ жизни. Главнейшие представители и их значение в жизни человека.
3. Подкласс Двупарногие многоножки. Распространение и образ жизни.

#### **1.9.2 Краткое содержание вопросов:**

##### **1. Особенности организации многоножек.**

Многоножки (лат. *Myriapoda*) — надкласс, объединяющий четыре класса наземных членистоногих (симфил, губоногих, двупарноногих и пауропод, последних обычно объединяют в один подкласс). Характерные представители многоножек: сколопендра калифорнийская и сколопендра гигантская, косянка, Мухоловка обыкновенная, кивсяки. 4 класса и около 10 тыс. видов (в т.ч. 3000 — *Chilopoda* и более 7000 — *Diplopoda*).

##### **2. Подкласс Губоногие многоножки. Распространение и образ жизни. Главнейшие представители и их значение в жизни человека.**

В противоположность представителям разобранных ранее подклассов многоножек, представленных сапрофагами или растительноядными формами, все губоногие многоножки

— активные хищники, питающиеся самыми разнообразными беспозвоночными, а иногда самые крупные и активные из них нападают даже на мелких позвоночных.

Как и представители других групп многоножек, губоногие, многоножки тесно связаны с почвой и ведут в основном скрытый образ жизни, проводя большую часть времени в почве, под камнями и бревнами, в лесной подстилке, в трещинах скал и в других укрытиях, выходя на поверхность почвы только по ночам.

У губоногих многоножек тело заметно сплющено в спинно-брюшном направлении; сегментация их туловища более или менее однородная. На переднем крае головы находятся длинные более или менее четковидные усики (1 пара).

По бокам головы располагаются глазки, которые образуют иногда значительные скопления, напоминающие сложный фасеточный глаз (у мухоловок), а иногда — у постоянно обитающих в почве форм (у геофилов и криптопсов) — глаза отсутствуют. Ротовые части представлены 3 парами челюстей.

Своеобразным признаком, характеризующим весь подкласс, является то, что первая пара туловищных ног преобразована в хватательные, заканчивающиеся серповидными когтями ногочелюсти, с помощью которых эти многоножки схватывают и удерживают добычу.

В основании вершинного членика ногочелюстей находится ядовитая железа, проток которой открывается близ вершины когтя. Попадающий в тело жертвы через ранку, наносимую когтями ногочелюстей, яд позволяет губоножке быстрее убивать свою добычу. Кроме того, ногочелюсти служат этим многоножкам и для защиты от врагов: большие сколопендры теплых стран ядовиты даже для крупных млекопитающих и человека. Остальные пары ног ходильные. Они располагаются на всех члениках тела, кроме двух последних. Ноги последней пары длиннее остальных, направлены назад и носят название волочащихся ног.

Половое отверстие у обоих полов находится на заднем конце тела. У самцов с половым отверстием связан выпячивающийся отросток, с помощью которого они в период размножения могут плести паутину.

В пределах подкласса различают 4 отряда губоногих

### **3. Подкласс Двупарногие многоножки. Распространение и образ жизни.**

Подкласс двупарноногих (диплопод), включающий около 10 000 видов, получил свое название за то, что у этих животных на большинстве туловищных сегментов имеется по две пары довольно слабых конечностей. Эта особенность объясняется тем, что щитки туловищных сегментов у диплопод попарно сливаются.

Голова у диплопод явственно выражена, с 1 парой коротких неветвистых усиков, обычно с 2 парами довольно слабых челюстей и обычно с глазками по бокам.

Тело большинства двупарноногих покрыто плотным, часто богатым углекислым кальцием панцирем, защищающим этих многоножек от врагов и от быстрой потери влаги. Но все-таки двупарноногие — очень чувствительные к высыханию животные, избегающие прямых солнечных лучей и ведущие скрытый образ жизни. Встречаются они чаще всего в лесах под опавшими листьями, много их бывает в довольно влажных богатых гумусом почвах полей и огородов, часто их легко можно обнаружить под лежащими на земле камнями или бревнами.

Двупарноногие питаются в основном гниющими веществами в почве и в тех скоплениях растительных остатков (разлагающиеся листья, гнилая древесина и т. п.), где они встречаются. По открытой поверхности диплоподы на слабых тонких ногах двигаются медленно, хотя движение каждой отдельной ножки быстрое. Сокращения мускулатуры ног пробегают волнообразно от передних к задним ногам, и если смотреть сбоку, например, на ползущую многоножку — кивсяка, ее ноги кажутся сплошной волнообразно изгибающейся

складкой. Упираясь ногами, двупарноногие легко могут рыться не только в мягких гниющих листьях, но и в почве, в глубь которой они уходят по мере подсыхания верхних слоев. Поэтому у большинства двупарноногих многоножек тело в поперечном сечении округлое, как у дождевых червей.

Так как у большинства двупарноногих спинные щитки очень мощные и охватывают большую часть поверхности тела, эти многоножки в случае опасности свертываются кружком так, что голова и конечности оказываются под защитой спинного панциря. Многие диплоподы защищены от врагов и ядовитыми железами, выделяющими вещества нередко с очень резким запахом. Так, в лесах Северного Кавказа за десятки метров даже человеческое обоняние позволяет обнаружить по неприятному специфическому запаху белого кивсяка (*Pachyiulus foetidissimus*). Ядовитые железы открываются на боковых отделах спинных щитков каждого членика туловища. Иногда выделяемая едкая жидкость обладает и свойствами красителя. Так, обычный в лиственных лесах нашей средней полосы серый кивсяк (*Sarmatoiulus kessleri*) выделяет жидкость, окрашивающую руки в фиолетово-красный цвет и долго не смывающуюся.

У некоторых тропических видов в выделениях ядовитых желез обнаружена синильная кислота. Даже практически неядовитые многосвязы (*Polydesmus*) при больших скоплениях отчетливо пахнут миндалем — верный признак присутствия синильной кислоты. Ядовитые выделения многих крупных тропических многоножек вызывают сперва почернение, а затем слущивание кожи, а попадая в глаза, могут вызвать даже слепоту. Насколько бывают ядовиты выделения двупарноногих многоножек, можно судить по тому, что индейцы Центральной Мексики употребляют их для отравления стрел. Обычно ядовитые выделения диплопод при прикосновении к их телу выступают в виде капелек из отверстий ядовитых желез, но, например, у вида *Rhinocrinus salvo*, встречающегося на острове Гаити, ядовитая жидкость выбрасывается и распыляется, как брызги душа, на расстояние до 75 см в каждую сторону.

Казалось бы, ядовитые отпугивающие выделения должны надежно защищать двупарноногих от их естественных врагов, но известно, что их охотно поедают жабы, лягушки и птицы, особенно скворцы. Весной в некоторых местностях около половины рациона скворца составляют кивсяки.

Двупарноногие делятся на две группы. Большая часть из них относится к так называемым тысяченожкам (*Chilognatha*), которые характеризуются очень сильно уплотненными покровами, обычно богатыми углекислым кальцием. Вторая группа двупарноногих — *Pselaphognatha* — представлена одним отрядом кистевиков — очень мелких животных с мягкими покровами.

Представители первой группы двупарноногих известны в ископаемом состоянии и встречаются с конца силурийского периода палеозойской эры, что показывает на глубокую геологическую древность этих наземных членистоногих.

Хотя эти животные и носят название тысяченожек, в действительности ног у них меньше. Даже у таких крупных представителей, как у живущего на Сейшельских островах сейшельского кивсяка (*Spirostreptus seychellarum*), туловище которого состоит из 75 сегментов, ног только 139 пар! Передние 3 туловищных сегмента у тысяченожек несколько отличаются от остальных — на ближайшем к голове нет конечностей, они входят как часть нижней пластинки (гнатохилария) в состав ротового аппарата. А на втором и третьем сегментах всего по 1 паре конечностей (в отличие от остальных, несущих по 2 пары). На третьем сегменте открывается половое отверстие.

Оплодотворение у тысяченожек внутреннее. Самец выделяет пакет с семенной жидкостью (сперматофор), который ножками передается от полового отверстия назад к специально видоизмененным совокупительным конечностям — гоноподиям (у самцов кивсяков они расположены на восьмом—девятом сегментах). С помощью гоноподий самец

переносит сперматофор к половому отверстию самки. Оплодотворенная самка откладывает в землю яйца кучками, имеющими вид комочков, защищаемых от высыхания смесью выделяемой слизи и почвы, а некоторые тысячножки, например *Craspedosoma*, сооружают выстилаемое паутиной гнездо.

Из яиц выходят личинки обычно с 3 парами или (у *Polyzonium germanicum*) с 4 парами ног. Но у некоторых тысячножек, например у одного из наиболее крупных наших видов — крымского кивсяка (*Pachyiulus flavipes*), уже в момент вылупления из яйца много пар ног. Тысячножек разделяют на ряд отрядов.

## **1. 10 Лекция № 10 ( 2 часа).**

**Тема:** Систематика и морфология членистоногих. П/тип Хелицеровые

### **1.10.1 Вопросы лекции:**

1. Общий план строения тела паукообразных.
2. Особенности внутреннего строения паукообразных

### **1.10.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Общий план строения тела паукообразных.**

Тело делится на головогрудь и брюшко.

Общие признаки паукообразных: отсутствие усиков, четыре пары ходильных ног, трахейное или легочное дыхание, постоянные окологротовые придатки — верхние щупальца и ногощупальца. На головогрудь расположены четыре пары простых глаз, ротовые органы и конечности (ходильные ноги). У паука первая пара ротовых органов — верхние челюсти, снабженные острыми, загнутыми вниз коготками.

У конца коготков открываются выводные протоки ядовитых желез. Челюсти служат пауку для умерщвления добычи и для защиты. Вторая пара ротовых органов — ногощупальца, которыми паук ощупывает и поворачивает жертву во время еды.

Четыре пары членистых ходильных ног покрыты чувствительными волосками. Брюшко паукообразных крупнее головогрудь. На заднем конце брюшка у пауков располагаются паутинные бородавки, в которые открываются паутинные железы. Выделяемое железами вещество твердеет на воздухе, образуя паутинные нити. Одни железы выделяют паутину прочную и неклеякую, идущую на образование остова ловчей сети. Другие железы выделяют мелкие клейкие нити, с помощью которых паук строит ловчую сеть. Третьи железы выделяют мягкую шелковистую паутину, используемую самкой для плетения кокона.

Покровы хитиновые, нередко с многочисленными чувствующими волосками.

У паукообразных выделяют паутинные бородаки — орган, выделяющий паутину (производные конечностей).

#### **2. Особенности внутреннего строения паукообразных**

Нервная система — брюшная нервная цепочка с ганглиями. При слиянии члеников произошло и объединение ганглиев. У пауков узлы груди и брюшка слиты в единый нервный узел. Пауков отличает сложность нервно-психических проявлений, рефлексов, инстинктов.

Органы зрения. Имеется 1-6 пар простых глаз. Два центральных глаза пауков способны различать форму и цвет предметов.

Органы пищеварения. Передний отдел пищеварительного тракта складывается из мускульной глотки и пищевода, которые служат для всасывания пищи. Основные процессы переваривания и всасывания пищи протекают в средней кишке, выстланной железистым эпителием и имеющей слепые выросты, что увеличивает вместимость и всасывающую поверхность. В брюшной отдел средней кишки открываются протоки парной железы – печени, выделяющей пищеварительные ферменты и всасывающей переваренные питательные вещества.

Органы дыхания. Легочные мешки расположены в передней части брюшка и сообщаются с внешней средой дыхальцами. Внутри легких имеются параллельно расположенные тонкие листки, в лакунах которых течет кровь. Газообмен происходит через тонкие покровы листочков. Кроме них, у паука в брюшке есть трахеи — два пучка дыхательных трубочек, открывающихся наружу общим дыхательным отверстием.

Кровеносная система складывается из лежащего на спинной стороне мускулистого пульсирующего сердца и отходящих от него сосудов, направляющихся к различным органам. Имеются остии- поры в сердце. Обратный ток крови к сердцу проходит по лакунам.

Органы выделения. В брюшке имеется 1-2 пары тонких слепых трубочек – мальпигиевы сосуды, открывающиеся в кишечник. Выделяют продукты распада из брюшного отдела тела. Имеется коксальная железа.

Половая система. Паукообразные раздельнополы. Яичники самок расположены в брюшке, а яйцеводы сливаются в единый проток, открывающийся в передней части брюшного отдела. Семенники самцов также лежат в брюшке. Отходящие от них спермопроводы сливаются и одним отверстием открываются на нижней стороне брюшка.

## **1. 11 Лекция № 11 ( 2 часа).**

**Тема:** Систематика и морфология членистоногих. Тип Членистоногие, кл. Насекомые.

### **1.11.1 Вопросы лекции:**

1. Морфология и физиология
2. Систематика

### **1.11.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Морфология и физиология**

Класс Насекомые является самым многочисленным классом животных и насчитывает более 1 млн видов. Тело насекомых делится на три отдела: голову, грудь и брюшко. Покровы тела представлены одним слоем клеток гиподермы, выделяющих на своей поверхности органическое вещество – хитин. Хитин образует плотный панцирь, защищающий тело насекомых, а также служащий местом прикрепления мышц, выполняя функцию наружного скелета. На голове насекомых находятся органы чувств – усики и глаза, а также сложный ротовой аппарат, строение которого зависит от способа питания: грызущий, лижущий, сосущий, колюще-сосущий и др.

Грудь насекомых включает три сегмента, каждый из которых несет по одной паре ходильных ног, строение которых у разных видов различно и зависит от способа передвижения и двигательной активности. Конечности, лежащие вблизи ротового отверстия, несут осязательные щетинки, выполняющие функцию органа обоняния, служат для захватывания и перетирания пищи. Брюшко конечностей не имеет. Кроме того, у большинства свободноживущих насекомых на груди имеются две пары крыльев.

Мускулатура насекомых развита хорошо и состоит из поперечно-полосатых мышечных волокон, формирующих отдельные мышцы. ЦНС состоит из головного ганглия, окологлоточного нервного кольца и брюшной нервной цепочки. Полость тела у насекомых



смешанная (миксоцель), образованная слиянием первичной и вторичной полостей тела. Органы дыхания насекомых – трахеи. Органы пищеварения состоят из передней, средней и задней кишок. Передняя и задняя кишка имеют хитиновую выстилку. Передняя кишка разделяется на глотку, зоб и жевательный желудок. Средняя кишка служит для переваривания и всасывания пищи. Органы выделения представлены мальпигиевыми сосудами, лежащими в полости тела и открывающимися в кишечник на границе средней и задней кишок. Кровеносная система незамкнутая и не выполняет функцию газообмена. Насекомые имеют на спинной стороне сердце, состоящее из нескольких камер, снабженных клапанами. Насекомые – раздельнополые животные. Развитие насекомых происходит с метаморфозом – неполным, когда из яйца вылупляется личинка, похожая на взрослую особь, или полным, когда онтогенез включает в себя стадию куколки.

Насекомых, имеющих медицинское значение, делят на:

- 1) синантропные виды, не являющиеся паразитами;
- 2) временных кровососущих паразитов;
- 3) постоянных кровососущих паразитов;
- 4) тканевых и полостных личиночных паразитов. Особенности насекомых, способствовавшие их широкому распространению:
  - 1) способность к полету, позволяющая быстро осваивать новые территории;
  - 2) большая подвижность и разнообразие движений, связанные с развитой мускулатурой;
  - 3) хитиновый покров, выполняющий в первую очередь защитную функцию;
  - 4) разнообразие способов размножения (половое размножение, партеногенез различных видов);
  - 5) высокая плодовитость и способность к массовому размножению;
  - 6) разнообразие способов постэмбрионального развития;
  - 7) высокая выживаемость.

## 2. Систематика

**Отряд Жесткокрылые (Coleoptera).** У насекомых отряда Жесткокрылые (Coleoptera) первая пара крыльев превращена в жесткие надкрылья, ротовой аппарат грызущего типа. У майского жука развитие личинки продолжается под землей несколько лет. Личинка имеет хорошо выраженную голову с ротовым аппаратом грызущего типа, три пары членистых конечностей, совершенно не похожа на жука. Первый год личинка питается перегноем, второй — корнями трав, третий — корнями кустарников и деревьев, чем приносит большой вред молодым древесным насаждениям. На четвертый год в конце весны личинка превращается в куколку и осенью из куколки выходит молодой жук. На поверхность почвы жук выходит весной следующего года. Личинки жуков-короедов, усачей, приносят большой вред лесу и саду, повреждая древесину деревьев, колорадский жук является опасным вредителем картофеля, листьями которого питаются и личинки, и взрослые жуки. Личинки жуков-щелкунов называют проволочными червями, они приносят вред злаковым культурам, подгрызая корни. Хлебные жуки питаются мягкими зёрнами хлебных злаков, а их личинки грызут корни.

Большую пользу приносят хищные жуки жужелицы, божьи коровки и их личинки, питающиеся тлями. Многие жуки являются санитарами, очищая природу от трупов и навоза (скарabei, навозники, мертвоеды, могильщики).

**Отряд Чешуекрылые (Lepidoptera).** У бабочек ротовой аппарат сосущего типа, две пары крупных крыльев покрыты хитиновыми чешуйками, которые образуют причудливые и сложные рисунки. Окраска может быть предостерегающей, предупреждающей о несъедобности, покровительственной, выражающейся в сходстве с защищенным животным или несъедобным объектом. В то же время окраска носит опознавательный характер.

Личинки бабочек — гусеницы — имеют червеобразную форму, на голове — ротовой аппарат грызущего типа. На грудных сегментах они имеют три пары членистых ножек, остальные — нерасчлененные ложные ножки. Среди чешуекрылых много видов, гусеницы которых являются вредителями лесов и садов. Питаясь листьями, они приносят огромный вред листовым деревьям. Посещая цветки, чешуекрылые играют существенную роль в опылении. Тутовый шелкопряд используется человеком для получения натурального шелка. В настоящее время тутовый шелкопряд в дикой природе не встречается. Многие чешуекрылые стали редкими и занесены в Красные книги.

**Отряд Перепончатокрылые (*Hymenoptera*).** Крылья перепончатые, две пары, вторая пара меньше, чем первая, при полете сцеплены в единую летательную поверхность при помощи крючков. На голове имеется пара сложных фасеточных глаз и три простых глазка. Среди них есть и вредители (пилильщики, рогахвосты, орехотворки), и полезные для человека виды. Домашние пчелы являются поставщиками меда, воска, прополиса; шмели — прекрасные опылители, муравьи уничтожают огромное количество вредных насекомых.

Наездники (трихограмма, теленомус, белянковый наездник) откладывают свои яички в яйца других насекомых (яйцееды), в их личинки (личинкоеды) и даже во взрослых насекомых (имагоеды). Вышедшие из них личинки поедают свою жертву, снижая численность вредных для человека насекомых. Сдерживание вредной деятельности с помощью использования естественных врагов называют биологическим способом борьбы.

**Отряд Двукрылые (*Diptera*).** К этому отряду относятся наиболее высокоорганизованные насекомые, обладающие одной парой крыльев, вторая пара превращена в орган равновесия — жужжальца. Ротовые аппараты колющие или лижущие. Личинки безногие, у мух и безголовые. Велико отрицательное значение двукрылых: они являются механическими переносчиками возбудителей кишечных инфекций и яиц гельминтов; некоторые двукрылые — кровососы, могут переносить возбудителей серьезных заболеваний. Например, муха цеце — переносчик возбудителя сонной болезни, москиты — лейшманиоза, слепни — туляремии и сибирской язвы, малярийный комар (рода *Анофелес*) — малярии. В отличие от других комаров, самка малярийного комара откладывает яички по одиночке, не приклеивая их друг к другу. Яйца имеют воздушные камеры и плавают на поверхности.

Из яиц выходят личинки, располагающиеся параллельно поверхности воды, а не под углом, как личинки комаров-пискунов (рода *Кулекс*). При посадке брюшко малярийного комара находится под углом к поверхности (рис. 133), у комара-пискуна — параллельно поверхности. Но и комары рода *Кулекс* на Дальнем Востоке распространяют тяжелое вирусное заболевание — японский энцефалит.

Большой вред животноводству приносят оводы. Эти крупные мухи не питаются, ротовой аппарат у них не развит. Одни откладывают свои яички или личинки на поверхность тела овец, лошадей, крупного рогатого скота. Другие — в носовые полости животных. Личинки поселяются под кожей, в желудке, носоглотке, лобных и челюстных пазухах, приносят своим хозяевам большие мучения. В конце концов, личинка попадает в почву, где и окукливается.

**Отряд Прямокрылые (*Orthoptera*).** Более 20000 видов насекомых с неполным превращением. Характерны задние ноги прыгательного типа, грызущий ротовой аппарат.

Из этого отряда наиболее известны насекомые из семейства Кузнечики, семейства Сверчки, семейства Медведки, семейства Саранчовые. У кузнечиков длинные усики, питаются растительной и животной пищей, обычно имеют зеленую окраску. Большой вред сельскому хозяйству приносят некоторые виды саранчи, уничтожая посевы на сотнях гектаров. У них усики короткие, яйцеклад короткий, крючкообразный. Ощутимый вред приносят медведки, часто повреждающие подземные органы растений.

## 1. 12 Лекция № 12 ( 2 часа).

**Тема:** Тип Хордовые

### 1.12.1 Вопросы лекции:

1. Общая характеристика типа
2. Строение ланцетника

### 1.12.2. Краткое содержание вопросов.

#### 1. Общая характеристика типа

Хордовые относятся к вторичноротым животным, у которых из первичного рта образуется анальное отверстие, а рот образуется на другом конце тела вторично. Кроме хордовых к вторичноротым относятся иглокожие (морские звезды и другие) и полухордовые.

В настоящее время известно около 42 000 видов этих животных, обитающих как в водной среде, так и на суше. Тип Хордовые включает: Подтип Личиночноротовые (Urochordata), подтип Бесчерепные (Acrania): класс Головохордовые; подтип Позвоночные (Vertebrata): класс Круглоротые, класс Хрящевые рыбы, класс Костные рыбы, класс Земноводные, класс Пресмыкающиеся, класс Птицы, класс Млекопитающие.

*Покровы.* Кожа представлена эпидермисом и дермой. Эпидермис может быть представлен однослойным и многослойным эпителием, дерма — волокнистая соединительная ткань. Чешуйки, перья, волосы, ногти, когти и другие роговые образования — производные эпидермиса. В коже образуются различные железы: образующие слизь, сальные, потовые, пахучие.

*Опорно-двигательная система.* Скелет внутренний, представлен хордой, у позвоночных хорда замещается позвоночником. Для позвоночных животных характерно развитие двух пар конечностей. Мышечная система представлена гладкой и поперечно-полосатой мускулатурой.

*Пищеварительная система.* У головохордовых в виде прямой трубки, слабо развиты пищеварительные железы. У позвоночных хорошо развиваются железы, лежащие за пределами пищеварительного тракта — поджелудочная железа и печень. Пищеварительный канал дифференцируется на ротовую полость, глотку, пищевод, желудок и кишечник.

*Дыхательная система* образована жабрами у низших хордовых, легкими — у взрослых амфибий и наземных позвоночных, часть газообмена у хордовых животных происходит через кожу.

*Кровеносная система* замкнутая. У головохордовых сердце отсутствует, у остальных, в связи с увеличением интенсивности метаболизма, происходит появление и усложнение сердца.

*Выделительная система.* У ланцетников — нефридии, у остальных хордовых — почки, мочеточники и мочевой пузырь.

*Нервная система* подразделяется на центральную и периферическую. У позвоночных животных, вследствие активного образа жизни, передняя часть нервной трубки превращается в головной мозг, усложняются органы чувств, формируется спинной мозг. Периферическая нервная система представлена нервами, отходящими от центральной нервной системы.

*Половая система.* Половые железы — семенники у самцов и яичники у самок, выводные пути — яйцеводы и семяпроводы. Большинство хордовых — раздельнополые животные

*Филогенез.* Палеонтология не располагает материалами о предках современных бесчерепных. Вероятно, предками хордовых были свободноплавающие, двусторонне-

симметричные животные палеозойской эры, которые, вероятно, дали две ветви – одна стала вести малоподвижный образ жизни и от нее произошли личиночно-хордовые и ланцетники, другая дала позвоночных животных. Одной из особенностей эволюции хордовых явилось использование самого заднего отдела тела как органа активного движения. В связи с активной двигательной функцией этого органа в нем происходит полная сегментация мускулатуры и развивается хорда (у личинок оболочников хорда локализована именно в хвосте). Другой важный момент эволюции хордовых – это инверсия (переворот) сторон тела, переворот с брюшной на спинную сторону. Конкретные причины этого переворота восстановить трудно, такой переворот мог совершиться при переходе от улавливания с помощью щупальцевого аппарата взвешенных в толще воды пищевых частиц к их сбору из поверхностного слоя грунта, как это делают современные ланцетники.

## **2. Строение ланцетника**

К подтипу Бесчерепные относится единственный класс Головохордовые, который насчитывает всего около 30 видов морских животных, обитающих на мелководье. Типичным представителем является ланцетник (*Branchiostoma lanceolatum*), размеры которого достигают 8 см. Тело ланцетника овальное, суженное к хвосту, сжатое с боков. На задней части тела расположен хвостовой плавник в форме ланцета — древнего хирургического инструмента. Парные плавники отсутствуют, имеется слабо выраженный спинной плавник. По бокам тела с брюшной стороны свисают две складки, которые срастаются на брюшной стороне и образуют околожаберную полость, сообщающуюся с глоточными щелями и открывающуюся отверстием наружу.

*Покровы.* Представлены кожей, состоящей из однослойного эпидермиса и тонкого слоя дермы.

Вдоль всего тела тянется хорда, утончаясь в передней и задней частях тела. Хорда заходит в переднюю часть тела дальше, чем нервная трубка, отсюда и название единственного класса — головохордовые. Хорда заключена в соединительнотканый футляр, который образует опорные элементы для спинного плавника и разделяет мышечные пласты на сегменты с помощью соединительнотканых прослоек. Мышцы образованы поперечно-полосатой мускулатурой.

*Пищеварительная система.* На передней части тела имеется ротовое отверстие, окруженное щупальцами (до 20 пар). Ротовое отверстие ведет в обширную глотку, цедильный аппарат. Через щели в глотке вода выходит в атриальную полость, пищевые частицы улавливаются ресничным эпителием и направляются на дно глотки, где расположен эндостиль — бороздка, имеющая ресничный эпителий, который гонит слизь вперед, затем по спинной бороздке — к кишке. Желудка нет, имеется печеночный вырост, гомологичный печени позвоночных животных. Кишечник не делает петель и открывается анальным отверстием у хвостового плавника. Переваривание пищи происходит в кишечнике и в полном печеночном выросте, который направлен к головному концу тела. Интересно, что у ланцетника сохранилось внутриклеточное пищеварение, клетки кишечника захватывают пищевые частицы и переваривают их в своих пищеварительных вакуолях. Такой способ пищеварения у позвоночных животных отсутствует.

*Дыхательная система.* В глотке более 100 пар жаберных щелей, ведущих в околожаберную полость. Стенки жаберных щелей имеют кровеносные сосуды, в которых происходит газообмен. С помощью ресничного эпителия глотки вода прокачивается через жаберные щели в околожаберную полость и через отверстие (атриопор) выводится наружу. Кроме того, в газообмене принимает участие и кожа.

*Кровеносная система.* Кровь ланцетника бесцветная, не содержит дыхательных пигментов. Транспорт газов осуществляется в результате их растворения в плазме крови. Кровеносная система замкнутая, один круг кровообращения. Сердце отсутствует, и кровь движется благодаря пульсации жаберных артерий, которые прокачивают кровь через

сосуды в жаберных щелях. Артериальная кровь попадает в спинную аорту, от которой по сонным артериям кровь течет в переднюю часть, а по непарной спинной аорте — в заднюю часть тела. Затем по венам кровь вновь возвращается в венозный синус и по брюшной аорте направляется к жабрам. Вся кровь от пищеварительной системы попадает в печеночный вырост, затем в венозный синус. Печеночный вырост, так же, как и печень, обезвреживает ядовитые вещества, попавшие в кровь из кишечника, и, кроме того, выполняет другие функции печени. Такое строение кровеносной системы принципиально не отличается от кровеносной системы позвоночных животных и часто рассматривается как ее «прототип».

*Выделительная система.* Органы выделения ланцетника называются нефридии и напоминают органы выделения плоских червей — протонефридии. Многочисленные нефридии (около ста пар, по одному на две жаберные щели), расположенные в области глотки, представляют собой трубочки, открывающиеся одним отверстием в полость целома, другим — в околожаберную полость.

На стенках нефридия расположены булавовидные клетки — соленоциты, каждая из которых имеет узкий канал с мерцательным волоском. За счет биения этих волосков, жидкость с продуктами метаболизма выводится из полости нефридия в околожаберную полость.

*Центральная нервная система* образована нервной трубкой с полостью внутри. Выраженного головного мозга у ланцетника нет. В стенках нервной трубки, вдоль ее оси, располагаются светочувствительные органы — глазки Гессе. Каждый из них состоит из двух клеток — светочувствительной и пигментной, они способны воспринимать интенсивность освещения. К расширенной части нервной трубки прилегает орган обоняния.

*Размножение и развитие.* Ланцетники раздельнополы, половые железы (гонады, до 26 пар) расположены в полости тела в области глотки. Половые продукты выводятся в околожаберную полость через временно образующиеся половые протоки. Оплодотворение внешнее, зигота претерпевает дробление и превращается по классической схеме в морулу, бластулу, гастролу, нейрулу. Имеется личиночная стадия. Личинка активно передвигается с помощью ресничек, покрывающих все тело, затем — за счет боковых изгибов тела. Личинка до трех месяцев ведет пелагический образ жизни, затем переходит к жизни на дне.

Особенности строения, особенности эмбрионального развития, характерные для хордовых животных, были изучены русским ученым А. О. Ковалевским. Но достаточные основания считать ланцетников прямыми предками позвоночных животных отсутствуют. Ланцетники развивались по пути адаптаций к придонному образу жизни с фильтраторным типом питания.

Бесчерепные животные сохранили ряд признаков беспозвоночных предков: выделительную систему нефридиального типа; отсутствие в пищеварительной системе дифференцированных отделов и сохранение внутриклеточного пищеварения; фильтрующий способ питания с образованием околожаберной полости для защиты жаберных щелей от засорения; метамерию (повторяющееся расположение) половых органов и нефридиев; отсутствие сердца в кровеносной системе; слабое развитие эпидермиса, он однослойный, как у беспозвоночных животных.

### **1. 13 Лекция № 13 ( 2 часа).**

**Тема:** Тип Хордовые: подтип Бесчелюстные, подтип Бесчерепные, подтип Личиночно-хордовые.

#### **1.13.1 Вопросы лекции:**

1. Особенности организации, развития, размножения бесчелюстных
2. Особенности организации, развития, размножения бесчерепных.

### 3. Особенности организации, развития, размножения личиночно-хордовых.

#### 1.13.2 Краткое содержание вопросов:

##### 1. Особенности организации, развития, размножения бесчелюстных

- 1) Хорда в течение всей жизни выполняет роль опорного стержня, у некоторых в ней закладываются зачатки верхних дуг позвонков;
- 2) Мозговой череп прикрывает мозг снизу и с боков (он целиком хрящевой);
- 3) Висцеральный череп представлен околожаберной хрящевой решёткой, слабо связанной с мозговым черепом;
- 4) Челюстей нет;
- 5) Рот сосущий, находится на дне предротовой воронки;
- 6) Непарный обонятельный мешок открывается наружу единственной ноздрей;
- 7) В капсуле внутреннего уха два полукружных канала;
- 8) Парные плавники отсутствуют, выражены хвостовой и 1-2 спинных плавника;
- 9) Имеется 7-20 жаберных щелей, в которых развиваются жаберные мешки, складчатые стенки которых высланы энтодермой.

Произошли от примитивных бесчерепных в конце ордовика – начале силура. Относились к 2 классам, объединявшимся в группу щитковых (Ostracodermi).

##### 1) Класс Птераспидоморфы (Pteraspidomorphi)

- присущ наружный костный скелет в виде панциря из пластин и щитков. От 3 см до 1,5 м. Форма тела – рыбообразная. У некоторых имелись зачаточные грудные плавники. Глаза парные, обонятельные капсулы – парные. Вели придонный образ жизни. Вымерли в конце девона.

##### 2) Класс Цефалоспидоморфы (Cephalospidomorphi)

- голова сверху покрыта сплошным костным щитом, тело – несколькими рядами мелких пластинок. Размеры от 5 до 60 см. Тело рыбообразное. У некоторых имелись грудные плавники. Обонятельная капсула – непарная, открывается наружу 1 ноздрей. Жаберные мешки (10-15 пар) открываются наружу на боках или на нижней стороне тела самостоятельным отверстием.

Круглоротые - современные бесчелюстные, наиболее древний класс из ныне живущих позвоночных. Характерны следующие признаки:

- 1) Удлиненное червеобразное тело;
- 2) Голая, слизистая кожа;
- 3) Отсутствие парных плавников;
- 4) Ротовое отверстие находится в глубине присасывательной предротовой воронки;
- 5) Челюсти отсутствуют;
- 6) Висцеральный скелет хрящевой;
- 7) Осевой скелет – хорда, окруженная толстой соединительнотканной оболочкой;
- 8) Органы дыхания – 5-16 пар энтодермальных жаберных мешков.

1) Подкласс Миноги (Petromyzones) – включает 1 отряд миногообразные ((Petromyzoniformes) с 1 семейством миноговые (Petromyzonidae) – 20-24 вида и 7 родов. Делятся на 3 экологические группы:

а) Морские, или проходные виды (наиболее крупные – до 1 м длины) – большую часть жизни проводят в морях, на нерест выходят в реки (атлантическая морская минога, каспийская минога).

б) Речные проходные миноги (средние по размерам) – населяют прибрежные опресненные участки морей, нерестятся в реках (европейская речная минога, японская минога).

в) Непроходные речные миноги (самые мелкие виды) – живут в пресных водах (озерные, ручьевые миноги).

2) Подкласс Миксины (Muxini) – включает 1 отряд миксинообразные (Muxiniformes). 18 видов, 5 родов. Морские виды средних размеров (50-60 см). Держатся около дна на глубине от нескольких метров до 500 м.

2 семейства:

а) Миксиновые (Muxinidae) – отличительным признаком является то, что наружные каналы жаберных мешков впадают в подкожный канал, открывающийся наружу 1 отверстием (т.о. 1 пара наружных жаберных отверстий).

б) Бделлостомовые (Bdellostomidae) – каждый из 5-16 пар жаберных мешков открывается наружу самостоятельным жаберным отверстием.

## **2. Особенности организации, развития, размножения бесчерепных.**

Бесчерепные (Acrania) или головохордовые (Cephalochordata) – подтип низших хордовых животных. Голова не обособлена, череп отсутствует (отсюда название). Это мелкие животные, обитающие в умеренных и тёплых морях, по форме напоминающие рыбок, сохраняют все основные признаки хордовых животных: имеется внутренний скелет (хорда) и нервная система в виде трубки, органы чувств представлены лишь чувствующими клетками; глотка прободана отверстиями и служит органом дыхания, в пищеварительной трубке имеется печеночный вырост, кровь движется за счёт пульсирующего брюшного сосуда, всё тело, включая некоторые внутренние органы, сегментировано. Подтип объединяет три семейства Branchiostomidae, Epigonichthidae и Amphioxidae насчитывающих около 20 видов, представители которых составляют один класс — Головохордовые.

Хорошо известны ланцетники рода Branchiostoma. Они живут на дне, преимущественно на глубинах 10—30 м. Чаще держатся на песчаных участках, зарываясь в грунт и выставив наружу переднюю часть тела. Реже встречаются на илистых или глинистых грунтах; на таких участках животные лежат на поверхности.

Внешнее строение. Удлиненное, сжатое с боков полупрозрачное тело ланцетника окаймлено плавниковой складкой: от переднего конца тела она идет по спинной стороне (здесь ее называют спинным плавником), плавно переходит в ланцетовидный хвостовой плавник и далее продолжается как подхвостовой плавник; от предротовой воронки по бокам брюшка тянутся правая и левая метаплевральные складки, сливающиеся с подхвостовым плавником.

Кожа ланцетника образована однослойным эпителием (эпидермисом) и подстилающим его тонким слоем студенистой соединительной ткани — кориумом. Выделения эпидермальных желез образуют тонкую поверхностную пленку (кутикулу из мукополисахаридов), предохраняющую нежную кожу от повреждений частицами грунта.

Опорно-двигательная система. От переднего до заднего конца тела тянется хорда, или нотохорд. Хорда образуется из энтодермы, отшнуровываясь от спинной стороны первичной кишки, прилегающей к миогенному (образующему мышцы) комплексу. Нотохорд ланцетника — сложная система поперечных мышечных пластинок, окруженных соединительнотканной оболочкой. Пластины на большом протяжении изолированы друг от друга и только местами соединяются тонкими поперечными выростами. Нотохорд действует как мускульный орган: сокращение мышц увеличивает его жесткость; нотохорд ведет себя как гидростатический скелет. Активации нотохорда предшествует возникновение потенциалов в гигантских нервных волокнах Роон-Боардовских клеток нервной трубки.

Нервная система представлена толстостенной нервной трубкой, лежащей над хордой; ее передний конец немного не доходит до конца хорды (отсюда название класса

«головохордовые»: передний конец хорды выдается за передний конец нервной трубки). Внешне нервная трубка не делится на головной и спинной мозг, но во внутреннем строении и функциях различия существуют: головной конец нервной трубки (протяженностью примерно на два сегмента) оказывает регулирующее влияние на всю рефлекторную деятельность животного. Разрушение передней части нервной трубки приводит к нарушению координации движений; узкая полость нервной трубки — невроцель — образует здесь небольшое расширение, которое считают зачатком (или остатком) мозгового желудочка. У личинки эта полость отверстием (невропором) соединена с лежащей на поверхности тела ямкой Келликера (органом обоняния); позже невропор зарастает. На дне этого расширения обособляется воронка — скопление реснитчатых и секреторных клеток, видимо, рецептора движения или зачатка гипофизарной системы; по-видимому, она не является аналогом воронки промежуточного мозга позвоночных. В стенках головного отдела есть скопления особых ганглионарных клеток, а в передней части расположено пигментное пятно (непарный «глазок»). Его функция не выяснена; предполагают, что это остаток органа равновесия. От переднего конца нервной трубки отходит две пары чувствующих головных нервов, иннервирующих передний конец тела. В остальной части нервной трубки в каждом сегменте тела отходят по две пары (правая и левая) нервов: спинных и брюшных.

Органы чувств — просты: механические (тактильные) ощущения воспринимаются нервными окончаниями в поверхностном слое кожи. Там же располагаются инкапсулированные нервные клетки, воспринимающие химические раздражения; они выстилают ямку Келликера. В нервной трубке, преимущественно в области невроцеля, расположены глазки Гессе, состоящие каждый из чувствующей клетки, к которой прилегает вогнутая пигментная клетка. Проходящие через полупрозрачные ткани животного световые лучи улавливаются глазками Гессе, последние работают; как фотореле, регистрируя, какая часть тела животного погружена в грунт.

Многие нервные клетки ланцетника выделяют вещества (нейросекреты), участвующие в передаче нервного импульса. Интенсивная секреторная деятельность наблюдается в больших дорзальных клетках, в глазках Гессе и гигантских клетках Овсянникова-Родэ.

Пищеварительная система. На переднем конце тела расположена предротовая воронка с венчиком щупалец. В ней находится ротовое отверстие, окруженное парусом — мускулистой перегородкой, на передней поверхности которой размещаются тонкие лентовидные выросты мерцательного органа, а на задней — обращенные в полость глотки короткие щупальцы паруса; последние препятствуют попаданию в глотку слишком крупных пищевых частиц. Ротовое отверстие ведет в огромную глотку, стенки которой пронизаны — более сотни пар — жаберными щелями. Они отделены друг от друга тонкими межжаберными перегородками, покрытыми реснитчатым эпителием. Жаберные щели: ведут в атриальную полость, открывающуюся наружу атриопором. Вода через рот поступает в глотку, проходит через жаберные щели в окружающую глотку атриальную полость и через атриопор выводится наружу. Ток воды создается движением выростов мерцательного органа и колебаниями ресничек, покрывающих межжаберные перегородки. На дне глотки лежит эндостиль — желобок, выстланный железистым и реснитчатым эпителием. От переднего конца эндостиля идут две полосы реснитчатого эпителия; обогнув ротовое отверстие, они сходятся у начала наджаберной борозды, лежащей на спинной стороне глотки. Клетки эндостиля выделяют слизь. Мерцанием ресничек эндостиля и межжаберных перегородок она гонится к наджаберной борозде, по пути обволакивая и увлекая вверх попавшие в глотку с током воды пищевые частицы. Реснитчатый эпителий наджаберной борозды направляет слизь с захваченными пищевыми частицами назад, где она попадает в начало кишечника. Резко сужаясь на заднем конце, глотка переходит в относительно короткую кишку, заканчивающуюся анальным отверстием. От ее начальной части, сразу же за глоткой, отходит направленный вперед печеночный вырост; его стенки выделяют пищеварительные ферменты.



Переваривание пищевых частиц происходит как в полости печеночного выроста, так и по всей длине кишечника. Большой объем фильтруемой воды обеспечивает получение достаточного количества пищи при таком пассивном характере питания.

На переднем конце тела расположена предротовая воронка с венчиком щупалец. В ней находится ротовое отверстие, окруженное парусом — мускулистой перегородкой, на передней поверхности которой размещаются тонкие лентовидные выросты мерцательного органа, а на задней — обращенные в полость глотки короткие щупальцы паруса; последние препятствуют попаданию в глотку слишком крупных пищевых частиц. Ротовое отверстие ведет в огромную глотку, стенки которой пронизаны — более сотни пар — жаберными щелями. Они отделены друг от друга тонкими межжаберными перегородками, покрытыми реснитчатым эпителием. Жаберные щели: ведут в атриальную полость, открывающуюся наружу атриопором. Вода через рот поступает в глотку, проходит через жаберные щели в окружающую глотку атриальную полость и через: атриопор выводится наружу. Ток воды создается движением выростов мерцательного органа и колебаниями ресничек, покрывающих межжаберные перегородки. На дне глотки лежит эндостиль — желобок, выстланный железистым и реснитчатым эпителием. От переднего конца эндостилиа идут две полосы реснитчатого эпителия; обогнув ротовое отверстие, они сходятся у начала наджаберной борозды, лежащей на спинной стороне глотки. Клетки эндостилиа выделяют слизь. Мерцанием ресничек эндостилиа и межжаберных перегородок она гонится к наджаберной борозде, по пути обволакивая и увлекая вверх попавшие в глотку с током воды пищевые частицы. Реснитчатый эпителий наджаберной борозды направляет слизь с захваченными пищевыми частицами назад, где она попадает в начало кишечника. Резко сужаясь на заднем конце, глотка переходит в относительно короткую кишку, заканчивающуюся анальным отверстием. От ее начальной части, сразу же за глоткой, отходит направленный вперед печеночный вырост; его стенки выделяют пищеварительные ферменты. Переваривание пищевых частиц происходит как в полости печеночного выроста, так и по всей длине кишечника. Большой объем фильтруемой воды обеспечивает получение достаточного количества пищи при таком пассивном характере питания.

Кровеносная система бесчерепных замкнута и кровь движется только по сосудам, имеющим собственные стенки. В общей схеме она близка к кровеносной системе водных позвоночных, но отличается отсутствием сердца. Под глоткой проходит крупный сосуд — брюшная аорта *aortaventralis*, по которой венозная кровь течет к переднему концу тела. От нее отходит более сотни — по числу межжаберных перегородок — жаберных артерий. Ток крови создается пульсацией брюшной аорты и оснований жаберных артерий. Жаберные артерии впадают в парные корни спинной аорты, дающие вперед две короткие веточки — сонные артерии. Они снабжают кровью передний конец тела. У заднего края глотки парные корни сливаются в спинную аорту *aortadorsalis*, идущую под хордой до конца хвоста; по отходящим от нее артериям кровь поступает во все участки тела.

Пройдя систему капилляров, венозная кровь от стенок кишечника собирается в непарную подкишечную вену, идущую к печеночному выросту. Там, вновь распавшись на капилляры, она образует воротную систему печени. Капилляры печеночного выроста вновь сливаются в короткую печеночную вену (*venahepatica*), впадающую в небольшое расширение — венозный синус (*sinusvenosus*). От переднего и заднего конца тела кровь собирается в парные передние и задние кардинальные вены (*venaecardinalesanterioretposterior*). С каждой стороны они сливаются в правый и левый кьювьеровы протоки, впадающие в венозный синус. От венозного синуса начинается брюшная аорта. Таким образом, у бесчерепных лишь один круг кровообращения. Их кровь бесцветна и не содержит дыхательных пигментов. Малые размеры животного и тонкая кожа позволяют насыщать кровь кислородом не только в жаберных артериях, но и во всех

поверхностных сосудах тела. Благодаря этому насыщенность кислородом крови в артериях и венах сходна.

Выделительная система бесчерепных похожа на нефридиальную систему кольчатых червей. Над глоткой лежат около ста пар нефридиев. Нефридий представляет собою короткую, сильно изогнутую трубку, отверстием открывающуюся в атриальную полость над вершиной жаберной щели. Почти вся трубка нефридия вдается в полость тела — целом (остатки целома сохраняются у ланцетника в виде двух полостей по бокам верхнего отдела глотки, в основании эндостия и метаплевральных складок). На этой части трубки имеются несколько отверстий — нефростом, каждое из которых замкнуто группой специальных клеток — соленоцитов. Соленоцит — булавовидная клетка; в ее длинной ножке имеется узкий канал, внутри которого находится мерцательный волосок. В стенках тела у нефридиев располагаются клубочки капилляров.

Половая система. Ланцетник и другие бесчерепные раздельнополы: у каждой особи развиваются яичники либо семенники, внешне похожие: это округлые вздутия на стенке тела, примыкающей к атриальной полости. У каждой особи развивается около 25 пар половых желез. Они не имеют протоков, и зрелые половые клетки выпадают в атриальную полость через разрыв стенки половой железы; подхватываются там током воды и через атриопор выводятся наружу. Выделение зрелых половых продуктов обычно происходит сразу после захода солнца. Подобная синхронность облегчает оплодотворение, которое всегда происходит в воде, вне материнского организма.

Индивидуальное развитие ланцетника типично для хордовых, в том числе и низших позвоночных. Его начальные стадии протекают быстро. Оплодотворенное яйцо (диаметр около 0,1 мм) испытывает полное и почти равномерное дробление, в результате которого образуется шаровидная бластула. Через 5—8 ч после оплодотворения начинается инвагинация: формируется двухслойная гастрюла. В период 12—24 ч происходит образование мезодермы (среднего зародышевого листка) и дальнейшая дифференцировка зародыша; формируются нервная трубка, хорда, целомические мешки. Целомические мешки образуются не одновременно, а последовательно спереди назад. Разрастаясь, каждый из них подразделяется на лежащий по бокам хорды и нервной трубки толстостенный сомит и ниже расположенную тонкостенную боковую пластинку. Дифференцируясь, стенки сомитов образуют соединительнотканную оболочку хорды и нервной трубки, миомеры и соединительнотканый слой кожи — кутис. Стенки боковых пластинок дают листки брюшины и мускулатуру кишки, а слившиеся полости боковых пластинок превращаются во вторичную полость тела — целом.

На этой стадии в возрасте около суток зародыш разрывает оболочку яйца и выходит в воду в виде личинки длиной около 3 мм. Она плавает в толще воды с помощью покрывающих тело ресничек. Через 30—36 ч после вылупления на левой стороне переднего конца тела образуется углубление, в которое позже прорывается полость кишечника.

Личиночная стадия продолжается около 3 месяцев. Все это время личинка плавает в толще воды, перемещаясь при помощи колебательных движений ресничек эпидермиса, а позже — и движений хвоста. Она заглатывает не только мелких, но и довольно крупных планктонных животных, т. е. ведет в какой-то степени хищный образ жизни. Затем личинка опускается на дно; вокруг ротового отверстия формируется околоротовая воронка с венчиком щупалец и образуются зачатки половых желез. К концу первого года жизни ланцетник достигает 3 см длины, к концу второго — 4, третьего — 5-6, четвертого — 7-8 см. Половозрелость наступает на 2—3-м году жизни.

Свободно плавающий образ жизни личинки, ее активное питание и более сложная морфология (в частности, наличие не только соматической, но и внутренностной мускулатуры) позволяют считать, что личиночная организация ланцетников ближе к гипотетическому предку позвоночных животных, нежели строение взрослых. Упрощение

организации современных взрослых ланцетников, очевидно, связано с переходом к жизни в грунте и пассивному питанию.

### **3. Особенности организации, развития, размножения личиночнохордовых.**

Оболочники - рано отделившаяся от основного ствола и наиболее уклонившаяся ветвь хордовых животных, развивавшаяся в основном по пути морфологически регрессивной эволюции. Типичные признаки хордовых четко выражены лишь на личиночной стадии. Распространены только в морях, питаются водорослями, мелкими животными и детритом. Часть видов ведет неподвижный (сидячий) образ жизни, другие медленно перемещаются в толще воды. Тело покрыто оболочкой или туникой. Питаются пассивно, профильтровывая большие массы воды. Кровеносная система незамкнутая, лакунарного типа. Тело мешкообразное или бочонкообразное длиной от 0,3 до 50 см; заключено в студенистую тунику, выделяемую наружным эпителием; размеры колонии пирсом могут превышать 30 м. Глотка пронизана жаберными щелями. Задняя кишка и протоки половых желёз открываются в атриальную полость, соединяющуюся с внешней средой. Нервная система состоит из ганглия, расположенного между ртом и атриопором, с отходящим от него нервным стволом; органы чувств развиты слабо.

Гермафродиты; большая часть видов способна и к бесполому размножению почкованием. Оболочники размножаются половым путём; встречается и бесполое размножение. В отличие от упрощённого строения взрослых форм, ведущих сидячий образ жизни, личинки активны, имеют развитые органы чувств и нервную систему, мускулатуру и хорду (у взрослых форм она остаётся только у аппендикулярных). Считается, что позвоночные животные произошли от неотенических (начавших размножаться) личинок оболочников. В состав подтипа входят три класса: крошечные примитивные аппендикулярии (Appendicularia), асцидии (Ascidiacea) и пелагические оболочники (Thaliacea), включающие три подкласса: пирсомы, сальпы и бочёночники. Около 3000 видов, в основном в верхних слоях морей и океанов.

#### **1. 14 Лекция № 14 (2 часа).**

**Тема:** Надкласс Рыбы.

##### **1.14.1 Вопросы лекции:**

1.1 Класс Хрящевые рыбы. Морфо - анатомическая характеристика.

1.2 Класс Хрящевые рыбы.

##### **1.14.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Класс Хрящевые рыбы. Морфо - анатомическая характеристика.**

Класс хрящевых рыб делится на два подкласса: цельноголовые и пластиножаберные. Известно около 850 современных видов.

Пластиножаберные или поперечноротые – один из подклассов хрящевых рыб. Пластинчатые жабры через жаберные щели омываются водой, поскольку жаберных крышек у этих рыб нет. Кишечник открывается в клоаку. Пластиножаберные появились в девоне; к настоящему времени сохранились два надотряда: акулы (около 500 видов) и произошедшие от них скаты (около 300 видов). Пластиножаберные встречаются во многих морях и океанах (у берегов России – в Баренцевом, Белом, Чёрном и дальневосточных морях).

Акулы имеют веретенообразную форму тела, а у большинства скатов оно приобрело форму диска, уплощённого в горизонтальной плоскости и окаймлённого боковыми плавниками.

Длина гигантской акулы превышает 20 м, а масса – 5 тонн. Некоторые ископаемые акулы (кархарадон) были ещё крупнее: в их пасти могли бы поместиться несколько человек. Многие крупные акулы – хищники, смертельно опасные для человека; другие акулы – объект промысла. Размеры скатов скромнее – до 6 м; некоторые из них опасны для человека из-за электрических органов и ядовитых хвостовых шипов. Обыкновенного электрического ската древние греки использовали для лечения подагры.

У цельноголовых или слитночерепных, как уже отмечалось, челюсти полностью слиты с черепом; этим они сильно напоминают костных рыб. Жаберные щели прикрыты кожной складкой. Клоаки нет, анальное и мочеполовое отверстия обособлены друг от друга. Голое тело длиной до 1,5 м, постепенно утончаясь, переходит в длинный хвост.

Считается, что химеры произошли от древних акул и являются боковой ветвью эволюции. Цельноголовые известны с верхнего девона, в настоящее время существует только отряд химер. Из более чем десятка его семейств ныне живущих лишь 3; около 30 видов, живущих от шельфа до больших глубин Мирового океана. Химеры питаются морскими беспозвоночными и рыбами. Промыслового значения практически не имеют.

Хрящевые рыбы родственны древним панцирным рыбам или пластинокожим (Placodermi). У примитивных антиархов в панцирь из кожных пластинок было заковано всё тело; у хищных артродир панцирь покрывал только переднюю часть тела. Панцирные – первые челюстные рыбы; их челюсти возникли из жаберных дуг, сместившихся ближе к рту, и состояли из заострённых костных пластинок. Панцирные рыбы вымерли в конце девона.

Это самая большая по числу видов (более 20 тыс.) и наиболее древняя группа первично водных хордовых животных. Рыбы заселили все виды морских, пресных и солоноватых водоемов. Вся их организация несет на себе отпечаток приспособления к жизни в плотной водной среде. Главнейшие особенности их организации следующие:

1. Форма тела обтекаемая за счет плавного перехода ее отделов - головы, туловища и хвоста - друг в друга и сплюснутая с боков.

2. Кожа богата железами, обильно выделяющими слизь, и покрыта чешуей.

3. Органы движения и стабилизации положения тела спиной вверх - это непарные и парные плавники. Плавучесть костных рыб поддерживается гидростатическим органом - плавательным пузырем.

4. Скелет хрящевой или костный. Череп неподвижно соединен с позвоночником. В позвоночнике два отдела: туловищный и хвостовой. Пояса конечностей не связаны с осевым скелетом.

5. Мышцы слабо дифференцированы, сегментированы. Движения тела однообразны, змеевидны и преимущественно в горизонтальной плоскости.

6. Захват пищи активный с помощью челюстей. Передний и средний отделы кишечника сильно дифференцированы. Развиты пищеварительные железы: печень и поджелудочная железа.

7. Органы дыхания—жабры.

8. Кровеносная система замкнутая, имеет один круг кровообращения и двухкамерное сердце. Органы и ткани рыб снабжаются артериальной кровью.

9. Органы выделения - парные туловищные почки. Конечный продукт азотистого обмена, выводимый из организма, аммиак или мочевины.

10. Центральная нервная система представлена головным и спинным мозгом. Головной мозг дифференцирован на пять отделов. Строение органов чувств — зрения, обоняния, слуха — адаптировано к функционированию в водной среде. Развит особый орган боковой линии, позволяющий рыбам ориентироваться в потоках воды.

11. Рыбы раздельнополы, многим свойственен половой диморфизм. Размножение только половое. У большинства оплодотворение наружное, в воде. Развитие с неполным метаморфозом (со стадией личинки).

Особенности строения и процессов жизнедеятельности в связи с жизнью в воде. Отделы тела рыб — голова, туловище, хвост — плавно переходят друг в друга, обеспечивая обтекаемость. Плавают рыбы за счет боковых волнообразных изгибов тела. Тело покрыто черепицеобразно расположенными костными пластинками — чешуей. Выделяемая многочисленными кожными железами слизь уменьшает трение при движении рыбы. Парные плавники — грудные и брюшные — поддерживают нормальное положение тела спиной вверх, служат рулями поворота, а у некоторых рыб (скаты) — основными органами движения.

Скелет рыб состоит из черепа, позвоночника, скелета непарных, парных плавников и их поясов. В туловищном отделе к поперечным отросткам тела причленяются ребра. Позвонки сочленяются друг с другом при помощи суставных отростков, обеспечивая изгиб преимущественно в горизонтальной плоскости. Череп образован большим числом костей и несет челюсти, снабженные зубами. Скелет служит опорой для мышц и защитой для внутренних органов.

Мощная мускулатура рыб состоит из сегментов, разделенных соединительнотканными перегородками, и в целом напоминает мышечную систему ланцетника. Отдельные пучки мышц управляют движениями глаз, жабр, челюстей.

Питаются рыбы разнообразной пищей. Пищевая специализация отражается на строении органов пищеварения. Рот ведет в ротовую полость, в которой обычно имеются многочисленные зубы, расположенные на челюстных, небных и других костях. Слюнные железы отсутствуют. Из ротовой полости пища проходит в глотку, прободенную жаберными щелями, и по пищеводу попадает в желудок, железы которого обильно выделяют пищеварительные соки. У некоторых рыб (карповые и ряд других) желудка нет и пища поступает сразу в тонкий кишечник, где под влиянием комплекса ферментов, выделяемых железами самого кишечника, печени и поджелудочной железы, происходит расщепление пищи и всасывание растворенных питательных веществ.

У большинства рыб имеется тонкостенный вырост кишечника, заполненный смесью газов, — плавательный пузырь. Он выполняет гидростатическую функцию, т. е. уравнивает плотность рыбы с плотностью воды, что позволяет рыбе без мышечных усилий держаться на любой глубине. Газовая смесь, которой наполнен пузырь, может поглощаться или выделяться капиллярами стенок пузыря, что изменяет удельный вес рыбы.

Органы дыхания - жабры - расположены на верхней стороне четырех жаберных дуг в виде ярко-красных лепестков. Вода попадает в рот рыбы, процеживается через жаберные щели, омывая жабры, и выводится наружу из-под жаберной крышки. Газообмен осуществляется в многочисленных жаберных капиллярах, кровь в которых течет навстречу омывающей жабры воде.

На нижней стороне жаберных дуг находятся беловатые тычинки, имеющие большое значение в питании рыб: у некоторых они образуют цедильный аппарат — приспособление для питания мелкой пищевой взвесью, у других способствуют удержанию в ротовой полости крупной добычи.

Кровеносная система рыб заткнута. Сердце двухкамерное, состоящее из предсердия и желудочка. Венозная кровь из желудочка сердца поступает в брюшную аорту, несущую ее к жабрам, где она обогащается кислородом и освобождается от углекислого газа. Оттекающая от жабр артериальная кровь собирается в спинную аорту, которая расположена вдоль тела под позвоночником. От спинной аорты к различным органам рыбы отходят многочисленные артерии. В них артерии распадаются на сеть тончайших капилляров, через стенки которых кровь отдает кислород и обогащается углекислым газом. Венозная кровь

собирается в вены и по ним поступает в предсердие, а из него — в желудочек. Следовательно, у рыб один круг кровообращения.

Рыбы — животные с непостоянной температурой тела. Скорость процессов жизнедеятельности у них зависит от температуры воды.

Органами выделения служат парные лентовидные туловищные почки, расположенные в полости тела под позвоночником. Они утратили связь с полостью тела и удаляют вредные продукты жизнедеятельности, отфильтровывая их из крови. У пресноводных рыб конечным продуктом белкового обмена является ядовитый аммиак. Он растворяется большим количеством воды, и поэтому рыбы выделяют много жидкой мочи. Выведенная с мочой вода легко восполняется за счет ее постоянного поступления через кожу, жабры и с пищей. У морских рыб конечным продуктом азотистого обмена служит менее ядовитая мочеви́на, выведение которой требует меньшего количества воды. Образовавшаяся в почках моча по парным мочеточникам оттекает в мочевой пузырь, откуда выводится наружу через выделительное отверстие.

Центральная нервная система состоит из головного и спинного мозга. Головной мозг у рыб, как у всех позвоночных, представлен пятью отделами: передним, промежуточным, средним, мозжечком и продолговатым мозгом. От переднего мозга отходят хорошо развитые обонятельные доли. Наибольшего развития достигает средний мозг, осуществляющий анализ зрительных восприятий, а также мозжечок, регулирующий координацию движений и сохранение равновесия.

На строение органов чувств сильное влияние оказала жизнь в водной среде. Так, глаза имеют плоскую роговицу и почти шаровидной формы хрусталик, что дает возможность рыбам видеть только близко расположенные предметы (до 10—15 м). Поскольку природные воды отличаются низкой прозрачностью, дальнейшее видение у рыб не развито. Аккомодация, т. е. наводка на четкое видение предмета, осуществляется сокращением мышечного отростка хрусталика, перемещающего его по отношению к сетчатке.

Поиску ниши, встрече особей разного пола, способности держаться в стае рыбам помогает острое обоняние. Орган обоняния представляет собой парные мешочки, выстланные чувствительными клетками, к основанию которых подходят волокна обонятельного нерва. Обонятельные мешочки открываются наружу отверстием — ноздрей. Орган вкуса представлен многочисленными вкусовыми сосочками, расположенными на губах, в пищеводе, глотке и даже на плавниках.

Орган слуха и равновесия представлен только внутренним ухом, расположенным по бокам задней части черепа. Скорость распространения звука в воде в четыре раза выше, чем в воздухе. Поэтому простой по строению орган слуха рыб позволяет им через кости черепа чутко воспринимать звуковые волны. Рыбы способны издавать звуки зубами, жаберными крышками, плавниками, плавательным пузырем. Посредством звуковой сигнализации рыбы выражают эмоциональное состояние — угрозу, предупреждение, призыв, сигнал тревоги и др.

Особую роль в жизни рыб играет орган боковой линии. Он представлен продольными каналами, лежащими по бокам тела в коже и сообщающимися с наружной средой через большое число линейно расположенных отверстий. На дне каналов напротив отверстий лежат чувствительные клетки, снабженные ресничками. Они воспринимают изменение давления и направления воды, что дает возможность рыбе беспрепятственно ориентироваться в ее потоках, успешно плавать как в дневное так и в ночное время и избегать столкновений с подводными предметами. Этот орган имеется только у первичноводных, т. е. у рыб и амфибий. Наибольшего развития он достиг у рыб.

Размножение. Большинство рыб раздельнополые, однако есть и гермафродитные виды. Парные половые железы — яичники и семенники — имеют выводящие протоки. Оплодотворение у большинства рыб наружное и происходит в воде. Подготовка к половому

процессу и сам его ход сопровождается сложным инстинктивным поведением рыб — нерестом. Многие виды рыб перед нерестом совершают миграции, перемещаясь в места, более благоприятные для развития их потомства. Так, проходные рыбы мигрируют из морей в реки (осетровые, лососевые) или из рек в моря (речной угорь). Одни виды рыб размножаются с определенной периодичностью, другие — один раз в жизни (дальневосточные лососи, речной угорь) и после размножения погибают.

У некоторых видов рыб (гуппи, меченосцы) наблюдается живорождение. Оплодотворенные яйца у них развиваются в яичнике самки, и мальки питаются ее разрушенной тканью.

Плодовитость рыб различна. Рыбы, на проявляющие заботы о потомстве, когда вероятность гибели икры велика, откладывают огромное количество икринок (у одной самки трески и угря их до 8—10 млн.), а при наличии заботы о потомстве вымет икры самками значительно уменьшается (у трехигрой колюшки всего 80—1000 икринок).

Из яйца вылупляется личинка с желточным мешком на брюшной стороне тела, в течение нескольких дней не способная к внешнему питанию. Истратив запасы питательных веществ желточного мешка, личинка переходит на питание простейшими и мелкими ракообразными и превращается в малька (имеющего чешую) и затем, после периода роста, — во взрослую рыбу.

**Класс Хрящевые рыбы.** Данный класс представлен группой немногочисленных морских видов рыб, имеющих хрящевой скелет в течение всей жизни. Жаберные крышки отсутствуют, по бокам головы наружу открывается 5—7 жаберных щелей. Плавательный пузырь не развит, поэтому, чтобы не утонуть, рыбы активно плавают. Парные плавники расположены горизонтально. Хвостовой плавник неравнолопастный, с большой верхней и малой нижней лопастями. Передняя часть головы вытянута в удлиненное рыло, из-за чего рот находится с брюшной стороны и имеет вид поперечной щели. Оплодотворение внутреннее. Размножение происходит путем откладки яиц или живорождения.

К хрящевым рыбам принадлежат два отряда: Акулы и Скаты. Акулы в основном активные пловцы с торпедообразной формой тела. Большинство из них хищники, находящие добычу с помощью обоняния, а также восприятия вибраций воды органом боковой линии. Челюсти вооружены острыми зубами. Самые крупные виды питаются, отцеживая планктон.

Скаты имеют уплощенное в спинно-брюшном направлении тело с сильно увеличенными грудными плавниками. Жаберные щели расположены с брюшной стороны. Зубы в виде невысоких призм, собранных в «терку». Питаются рыбой и донными животными. Мясо акул и скатов съедобно.

## **2. Класс Костные рыбы.**

Костные рыбы (Osteichthyes) — класс водных позвоночных. Все особенности строения рыб обусловлены средой, в которой они обитают. Длительная адаптация к жизни в воде не оставила ни одной лишней детали, создающей помехи при движении.

**Класс Костные рыбы.** Это самая многочисленная группа позвоночных животных (свыше 19 тыс. видов). Внутренний скелет костный, у немногих хрящевой, но в последнем случае укреплен накладными покровными костями. Жаберная щель прикрыта с боков жаберной крышкой. Имеется плавательный пузырь. Оплодотворение в основном наружное. В классе более 40 отрядов.

К отряду Осетрообразные принадлежат белуга, осетр, севрюга, стерлядь и другие древние костные рыбы. Основу осевого скелета составляет хрящ. Череп снаружи покрыт плоскими костями, а на туловище и хвосте расположены пять рядов костных ромбических пластинок. Живут только в Северном полушарии, относятся к проходным и озерно-речным рыбам. Питаются донными беспозвоночными и рыбой. Это ценные промысловые рыбы,

дающие высококачественное мясо и черную икру. Единственный представитель этого отряда в водоемах Беларуси стерлядь - занесена в Красную книгу республики.

Отряд Сельдеобразные включает морских стайных планктоно - ядных рыб. Большинство из них обитает вблизи берегов. Откладывают многочисленную липкую икру на грунт или водоросли. Отряд богат промысловыми рыбами: атлантическая, тихоокеаническая сельди, балтийская (салака), сардины, анчоусы.

Отряд Лососеобразные представлен проходными и пресноводными рыбами, откладывающими икру на дне пресных водоемов Северного полушария. Отличительной внешней чертой строения лососевых является наличие жирового плавника (без костных лучей). Они откладывают небольшое число крупных красных икринок. Лососевые — ценные промысловые рыбы (кета, горбуша, кумжа, семга, форель, голец, ряпушка), дающие высококачественное мясо и красную икру. В Красную книгу Республики Беларусь занесена ручьевая форель.

Отряд Карпообразные объединяет пресноводных рыб, у которых нет челюстных зубов. Пища измельчается глоточными зубами. К ним принадлежат промысловые рыбы — плотва, лещ, линь, сазан, язь и др. В прудовых хозяйствах нашей республики разводят карпа (домашняя форма сазана), серебристого карася, линей, белого и пестрого толстолобиков, белого амура и др. Сырть и усач занесены в Красную книгу Республики Беларусь.

Отряд Двоякодышащие относится к древнейшим рыбам, приспособившимся к жизни в условиях пересыхающих водоемов Африки, Австралии и Южной Америки. Помимо жабр дышат одним или двумя легкими — полыми выростами брюшной стенки пищевода. Воздух к легким поступает через сквозные ноздри. Намечается образование второго предсердия и легочного круга кровообращения. Представители этого отряда — австралийский рогозуб, американский чешуйчатник.

Отряд Кистеперые также является древней и почти полностью вымершей группой. Расцвета кистеперые достигли в девоне и карбоне. В настоящее время известен только один вид — лати-мерия, обитающая в глубинах Индийского океана. Длина рыбы до 1,5 м. У нее своеобразно устроены парные плавники. В основании их расположена широкая мясистая лопасть, внутри которой находится скелет плавника, напоминающий скелет конечности наземных позвоночных. Кистеперые представляют собой ветвь рыб, от которой произошли земноводные.

Рациональное использование рыбных богатств, их охрана. Рыбы и рыбопродукты играют важную роль в жизни человека. Ежегодный мировой улов составляет около 60 млн. т. В мировом балансе животных белков значение пищевой продукции, вырабатываемой из объектов рыбного промысла, близко к 22% и уступает только мясным (43%) и молочным (35%) продуктам. Основная часть уловов (около 90%) приходится на зоны мелководья с глубинами до 200 м.

Ведущее значение в мировой добыче рыб принадлежит сельдевым (22%), тресковым (17%), скумбриевым (6%), а также ставридовым (6%).

В последние годы рост улова рыбы прекратился. Это результат истощения запасов многих видов из-за перелова, отравления солями тяжелых металлов, уничтожения, загрязнения нерестилищ ит. д. Наступает время постепенного перехода к управляемому человеком морскому рыбному хозяйству, т. е. переходу от рыболовства-охоты к выращиванию промысловых объектов. Роль разводимых и культивируемых рыб с каждым годом будет возрастать.

Наибольшие успехи в разведении пресноводных рыб достигнуты в прудовых хозяйствах, которые имеют многовековую историю развития. Их характерной особенностью является полный контроль со стороны человека за технологической цепочкой выращивания рыбы от личинки до товарной продукции. В зависимости от назначения различают нагульные, выростные, зимовальные и некоторые другие типы искусственных



прудов. Нерестовые пруды предназначены для нереста рыбы. Они небольшие по размерам, хорошо прогреваемые, их ложе покрыто мягкой луговой растительностью. Из нерестовых прудов подросшую и окрепшую личинку пересаживают в большие и более глубокие выростные пруды, где к осени подрастают сеголетки. На зиму сеголетков переводят в глубокие проточные небольшие зимовальные пруды. Весной следующего года годовиков из зимовальных прудов размещают в нагульные, в которых они вырастают до товарной массы. Основными объектами рыбоводства являются карп, белый и пестрый толстолобики, белый амур, щука, карась и др. Форель является объектом холодноводного рыбоводства.

## **1. 15 Лекция № 15 ( 2 часа).**

**Тема:** Надраздел Четвероногие. Класс Земноводные.

### **1.15.1 Вопросы лекции:**

1.1 Класс Земноводные.

1.2 Особенности строения земноводных.

### **1.15.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Класс Земноводные**

Современные земноводные – остатки некогда процветавшего класса. Амфибии произошли от кистепёрых рыб – рипидистий. Древнейшие земноводные – ихтиостеги – известны с верхнего девона. Эти животные метровой длины имели боковую линию, хвост с плавником, но их конечности и пояса конечностей были построены по типу наземных животных. Скорее всего, ихтиостеги жили в воде, не покидая её надолго.

Ихтиостеги дали начало двум основным ветвям земноводных, различающихся по строению черепа и конечностей. В позднем девоне появились лабиринтодонты, названные так из-за наличия складок в зубной ткани. Внешне они были похожи на крокодилов или саламандр. К настоящему времени известны сотни родов лабиринтодонтов, обитавших в заболоченных лесах, реках и озёрах конца палеозоя – начала мезозоя. От лабиринтодонтов в карбоне произошли батрахозавры или лягушкоящеры – вероятные предки пресмыкающихся.

Вторая ветвь – лиссамфибии – дала начало трём современным отрядам земноводных: безногим, хвостатым и бесхвостым, а также нескольким ископаемым группам. Современных амфибий около 4200 видов.

Верхний палеозой – время расцвета амфибий. В это время появляются такие гиганты-хищники, как мастодонзавр, длина тела которого достигала 5 м. В триасе разнообразие земноводных резко сократилось и лишь в кайнозое наступило время их второго относительного расцвета.

#### **Безногие**

Безногие земноводные (червяги) хорошо приспособлены к роющему образу жизни. Их червеобразное, лишённое конечностей тело разделено на многочисленные кольца, что делает их похожими на больших дождевых червей. Внутренние органы сильно вытянуты. Число позвонков может достигать 300.

У червяг хорошо развито обоняние, а вот недоразвитые глаза скрыты под кожей, отсутствует и барабанная перепонка. В глубокой ямке за ноздрёй находится осязательное щупальце.

У самцов клоака может выпячиваться, образуя совокупительный орган. Оплодотворение внутреннее. Безногие откладывают в земляных норах богатые желтком яйца; лишь некоторые живородящи. Метаморфоз завершается в воде или уже в яйце.

Безногие обитают в Юго-Восточной Азии, Африке и Южной Америке, некоторые из них достигают в длину 1 м. 160 видов разделены примерно на 6 семейств.

#### Хвостатые

Хвостатые – другой отряд земноводных. Все они имеют вытянутое тело, переходящее в длинный хвост. Длина тела от 15 см до 1,5 м (японская исполинская саламандра). Конечности короткие и слабые; у сиренов задние ноги отсутствуют. Хвостатые плавают, прижав ноги к телу и совершая боковые движения хвостом. Дыхание через кожу, слизистую рта и лёгкие; у некоторых лёгкие отсутствуют.

В период размножения на многих хвостатых амфибиях появляется брачный наряд. У большинства хвостатых оплодотворение внутреннее. Самка откладывает до нескольких сотен яиц в воду, углубления почвы, гниющие листья или пни. У некоторых хвостатых во взрослом состоянии сохраняются жабры и органы боковой линии. Хвостатые способны к регенерации утраченных частей тела.

Хвостатые питаются различными беспозвоночными, икрой рыб и других амфибий, мелкими позвоночными животными. 9 семейств (около 360 видов) обитают преимущественно в Северном полушарии, за экватором можно встретить только очень немногие формы. Некоторые хвостатые (например, огненная саламандра) выделяют токсин кожными железами.

#### Бесхвостые

Последний и наиболее высокоразвитый отряд современных земноводных – бесхвостые. Эти животные имеют короткое широкое тело и две пары сильных конечностей, хорошо приспособленных к прыганию. Плавают бесхвостые при помощи задних ног; передние ноги прижаты к телу. Хвост исчезает после метаморфоза. Максимальных размеров среди бесхвостых достигает лягушка-голиаф – до 30 см.

В период размножения самцы привлекают внимание самок «весенними» концертами. Звуки усиливаются благодаря специальным воздушным мешкам, расположенным по бокам головы, – резонаторам. Некоторые бесхвостые (например, пипа, сумчатые лягушки) носят молодь на спине.

Известно более 20 современных семейств и около 3500 видов бесхвостых земноводных. Они обитают преимущественно во влажных местах на земле, деревьях и в воде, во всех частях света, кроме Антарктиды.

Земноводные приносят пользу, уничтожая большое количество вредителей и их личинок (например, слизней, оводов, комаров). Некоторые лягушки употребляются человеком в пищу. Многие бесхвостые (например, жабы, жерлянки) имеют едкие железы на коже; при попадании секрета на слизистую оболочку или в глаз следует немедленно промыть поражённый орган чистой холодной водой. Ядовитые выделения пятнистого древолаза издревле использовались индейцами для смазывания стрел. Лягушки – классические объекты лабораторного эксперимента.

#### Образ жизни и местообитания

Земноводные достигают половозрелости к 3–4 годам. В период размножения для них характерны различные формы ухаживания (брачные игры хвостатых, «пение» самцов бесхвостых). Лишь немногие амфибии живородящи, остальные откладывают от 3 до 28 000 икринок в водоёмы. Яйца-икринки лишены скорлупы. Большинство земноводных не остаются рядом со своей кладкой, однако самцы некоторых видов переносят икру или молодь на себе.

## 2. Особенности строения земноводных.

Земноводные — первая небольшая по числу видов (2,1 тыс.) группа позвоночных животных, освоившая наземную среду, но сохранившая тесную связь с водной. Распространены повсеместно, но наиболее широко встречаются в регионах с теплым и влажным климатом. Живут вблизи водоемов.

Земноводные произошли от одной из групп древних пресноводных кистеперых рыб — стегоцефалов, обитавших около 300 млн. лет назад в заболоченных водоемах. Важнейшие адаптации, позволившие земноводным выйти в наземную среду, связаны с преодолением силы тяжести (гравитации) и защитой тела от потери влаги.

Характерные черты организации земноводных следующие:

Тело слегка уплощено и подразделяется на голову, туловище и две пары пятипалых конечностей. У небольшой группы земноводных имеется хвост.

Кожа тонкая, голая, влажная, богатая слизистыми железами.

Череп подвижно соединен с позвоночником, который состоит из четырех отделов: шейного, туловищного, крестцового и хвостового. Плечевой и тазовый пояса обеспечивают конечностям опору. Скелет конечностей построен по типу системы подвижных рычагов, позволяющих животному передвигаться по твердой поверхности. В скелете много хряща.

Мышечная система состоит из отдельных дифференцированных мышц. Движения разных частей тела более разнообразны, чем у рыб.

Земноводные — хищники. У них развиты слюнные железы, секрет которых увлажняет ротовую полость, язык и пищу. Активно схваченная добыча переваривается в желудке. Последний отдел пищеварительного канала — расширенная клоака.

Органы дыхания взрослых животных — кожа и легкие, у личинок — жабры.

Сердце трехкамерное. Имеются два круга кровообращения: большой (туловищный) и малый (легочный). По артериям большого круга кровообращения течет смешанная кровь, и только головной мозг снабжается артериальной кровью.

Органы выделения — парные туловищные почки. Моча оттекает по двум мочеточникам в клоаку, а из нее — в мочевой пузырь. Выводимый конечный продукт азотистого обмена — мочеви́на.

Передний мозг земноводных по сравнению с таковым у рыб имеет большие размеры и разделен на два полушария. Мозжечок развит хуже в связи с малой подвижностью. Строение органов слуха и зрения приспособлено к жизни на суше. У личинок земноводных имеется орган боковой линии.

Оплодотворение внешнее, в воде. Развитие с неполным метаморфозом, со стадией рыбообразной личинки.

Особенности строения и процессов жизнедеятельности. Более детально строение земноводных рассмотрим на примерах лягушки — представителя отряда Бесхвостые. Уплощенное тело лягушки подразделено на широкую голову и короткое туловище. Голова малоподвижна, так как шея почти не выражена. Задние конечности длиннее передних. Кожа голая, богатая многоклеточными слизеотделительными железами, прикреплена к телу не на всем протяжении, а только в определенных участках, между которыми имеются пространства, заполненные лимфой. Эти особенности строения предохраняют кожу от высыхания.

Скелет земноводных, как и у всех позвоночных, состоит из черепа, позвоночника, скелета конечностей и их поясов. Череп почти сплошь хрящевой. Он подвижно сочленен с позвоночником. Позвоночник содержит девять позвонков, объединенных в три отдела: шейный (1 позвонок), туловищный (7 позвонков), крестцовый (1 позвонок), а все хвостовые позвонки срослись, образовав единую косточку — уростиль. Ребра отсутствуют. Плечевой пояс включает типичные для наземных позвоночных кости: парные лопатки, вороньи кости (коракоиды), ключицы и непарную грудину. Он имеет вид полукольца, лежащего в толще туловищной мускулатуры, т. е. не соединен с позвоночником. Тазовый пояс образован

двумя тазовыми костями, образованными тремя парами подвздошных, седалищных и лобковых костей, сросшихся между собой. Длинные подвздошные кости причленены к поперечным отросткам крестцового позвонка.

Скелет свободных конечностей построен по типу системы многочленных рычагов, подвижно соединенных шаровидными суставами. В составе передней конечности выделяют плечо, предплечье и кисть. У бесхвостых земноводных локтевая и лучевая кости сливаются, образуя общую кость предплечья. Кисть подразделяется на запястье, пясть и четыре фаланги пальцев. Задняя конечность состоит из бедра, голени и стопы. Стопа включает кости предплюсны, плюсны и фаланги пяти пальцев. Задние конечности длиннее передних. Это связано с передвижением по суше прыжками, а в воде — с энергичной работой задних конечностей при плавании. Как видим, такая схема строения конечностей является типичной для наземных позвоночных и в каждом классе имеет незначительные изменения, связанные с особенностями их движения. Благодаря подвижности отделов скелета движения тела земноводных более разнообразны, чем у рыб.

Мышечная система амфибий под влиянием наземного образа жизни претерпела значительные изменения. Однообразно построенные сегменты мускулатуры рыб преобразованы в дифференцированные мышцы конечностей, головы, ротовой полости, участвующих в процессе заглатывания пищи, вентиляции органов дыхания.

Дифференцировка пищеварительной системы земноводных осталась примерно на том же уровне, что и у их предков — рыб. Общая ротоглоточная полость переходит в короткий пищевод, за ним расположен слабо обособленный желудок, переходящий без резкой границы в кишечник. Кишечник заканчивается прямой кишкой, переходящей в клоаку. Протоки пищеварительных желез — печени и поджелудочной железы — впадают в двенадцатиперстную кишку. В ротоглоточную полость открываются протоки отсутствующих у рыб слюнных желез, смачивающих ротовую полость и пищу. С наземным образом жизни связано появление в ротовой полости настоящего языка — основного органа добычи пищи. У лягушек он прикреплен к передней части дна ротовой полости и способен быстро выдвигаться вперед, приклеивая добычу. Взрослые лягушки, как и все другие земноводные, плотоядны и питаются движущимися мелкими животными, иногда икрой, молодью рыб.

Дышат лягушки легкими и кожей. Легкие представляют собой парные полые мешки с ячеистой внутренней поверхностью, пронизанной сетью кровеносных капилляров, где и происходит газообмен. Механизм дыхания у земноводных несовершенен, нагнетательного типа. Животное набирает воздух в ротоглоточную полость, для чего опускает дно ротовой полости и открывает ноздри. Затем ноздри закрываются клапанами, дно ротовой полости поднимается, и воздух нагнетается в легкие. Удаление воздуха из легких происходит благодаря сокращению грудных мышц. Поверхность легких у земноводных невелика, меньше поверхности кожи. Поэтому насыщение крови кислородом происходит не только через легкие, но и через кожу. Так, прудовая лягушка получает через кожу 51% кислорода. Находясь под водой, земноводные дышат исключительно кожей. Чтобы кожа в наземных условиях функционировала как орган дыхания, она должна быть влажной.

Кровеносная система земноводных представлена трехкамерным сердцем, состоящим из двух предсердий и желудочка, и двух кругов кровообращения — большого (туловищного) и малого (легочного). Малый круг кровообращения начинается в желудочке, включает сосуды легких и завершается в левом предсердии. Большой круг начинается также в желудочке. Кровь, пройдя по сосудам всего тела, возвращается в правое предсердие. Таким образом, в левое предсердие попадает артериальная кровь из легких, а в правое — венозная кровь со всего тела. В правое предсердие попадает и артериальная кровь, оттекающая от кожи. Так благодаря появлению легочного круга кровообращения в сердце земноводных попадает и артериальная кровь. Несмотря на то что в желудочек поступает

артериальная и венозная кровь, полного перемешивания крови не происходит благодаря наличию карманов и неполных перегородок. Благодаря им при выходе из желудочка артериальная кровь по сонным артериям поступает в головной отдел, венозная — в легкие и кожу, а смешанная — во все остальные органы тела. Таким образом, у земноводных нет полного разделения крови в желудочке, поэтому интенсивность жизненных процессов невысокая, а температура тела непостоянная.

Органы выделения земноводных, как и у рыб, представлены туловищными почками. Однако в отличие от рыб они имеют вид уплощенных компактных тел, лежащих по бокам крестцового позвонка. В почках имеются клубочки, которые отфильтровывают из крови вредные продукты распада (в основном мочевины) и одновременно важные для организма вещества (сахара, витамины и др.). Во время стока по почечным канальцам полезные организму вещества всасываются обратно в кровь, а моча поступает по двум мочеточникам в клоаку и оттуда в мочевой пузырь. После наполнения мочевого пузыря его мышечные стенки сокращаются, моча выводится в клоаку и выбрасывается наружу. Потери воды из организма земноводных с мочой, так же как и у рыб, восполняются поступлением ее через кожу.

Головной мозг земноводных имеет те же пять отделов, что и мозг рыб. Однако отличается от него большим развитием переднего мозга, который у земноводных разделен на два полушария. Мозжечок недоразвит в связи с малой подвижностью и однообразным характером движений земноводных.

Выход земноводных на сушу оказал влияние на развитие органов чувств. Так, глаза земноводных защищены от высыхания и засорения подвижными верхними и нижними веками и мигательной перепонкой. Роговица приобрела выпуклую форму, а хрусталик — линзообразную. Видят земноводные в основном подвижные объекты. В органе слуха появилось среднее ухо с одной слуховой косточкой (стремечком). Полость среднего уха отделена от окружающей среды барабанной перепонкой и соединена с ротовой полостью посредством узкого канала — евстахиевой трубы, благодаря чему внутреннее и внешнее давление на барабанную перепонку уравнивается. Появление среднего уха вызвано необходимостью усиления воспринимаемых звуковых колебаний, так как плотность воздушной среды меньше, чем водной. Ноздри у земноводных в отличие от рыб сквозные и выстланы чувствительным эпителием, воспринимающим запахи.

Размножение земноводных имеет свои особенности. Половые железы парные. Парные яйцеводы впадают в клоаку, а семя-выводящие каналы — в мочеточники. Лягушки размножаются весной на третьем году жизни. Оплодотворение происходит в воде. Через 7—15 дней в оплодотворенных икринках развиваются рыбообразные личинки — головастики. Головастик — типичное водное животное: дышит жабрами, имеет двухкамерное сердце, один круг кровообращения и орган боковой линии, плавает при помощи хвоста, окаймленного перепонкой. В ходе метаморфоза личиночные органы замещаются органами взрослого животного.

Разнообразие земноводных и их значение. В России обитают представители двух отрядов: Бесхвостые и Хвостатые.

Практическое значение земноводных невелико, хотя в общем они полезны для человека. Лягушки и особенно жабы уничтожают вредных членистоногих, моллюсков (слизней). Тритоны поедают личинок комаров, в том числе и малярийных. Лягушки служат пищей многим птицам и млекопитающим. В некоторых странах мясо лягушек и крупных саламандр употребляют в пищу. Лягушки используются для проведения исследований по биологии и медицине.

Однако земноводные в некоторых случаях могут приносить вред. Так, они уничтожают мальков рыб в прудовых хозяйствах и на нерестилищах в естественных водоемах.

## **1. 16 Лекция № 16 ( 2 часа).**

**Тема:** Класс Пресмыкающиеся.

### **1.16.1 Вопросы лекции:**

1.1 Позвоночные с зародышевыми оболочками: особенности организации амниот.

1.2 Класс Пресмыкающиеся. Особенности строения, развития рептилий.

### **1.16.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Позвоночные с зародышевыми оболочками: особенности организации амниот.**

Пресмыкающиеся (рептилии) — класс, или парафилетическая группа (по кладистической классификации) преимущественно наземных позвоночных животных, включающий современных черепах, крокодилов, клювоголовых, амфисбен, ящериц и змей. В XVIII—XIX веках вместе с амфибиями объединялись в группу гады — холоднокровные наземные позвоночные. В мире известно около 9400 видов пресмыкающихся, на территории России обитает 72 вида.

Сейчас насчитывается около 7000 видов рептилий, т. е. почти втрое больше, чем современных земноводных. Ныне живущих пресмыкающихся делят на 4 отряда:

- Чешуйчатые;
- Черепахи;
- Крокодилы;
- Клювоголовые.

Наиболее многочисленный отряд чешуйчатых (Squamata), включающий около 6500 видов, — единственная ныне процветающая группа пресмыкающихся, широко распространенная по земному шару и составляющая основную массу рептилий нашей фауны. К этому отряду относятся ящерицы, хамелеоны, амфисбены и змеи.

Значительно меньше черепах (Chelonina) — около 230 видов, представленных в животном мире нашей страны несколькими видами. Это очень древняя группа рептилий, дожившая до наших дней благодаря своеобразному защитному приспособлению — панцирю, в который заковано их тело.

Крокодилы (Crocodylia), которых известно около 20 видов, населяют материковые и прибрежные водоемы тропиков. Они представляют собой прямых потомков древних высокоорганизованных пресмыкающихся мезозоя.

Единственный вид современных клювоголовых (Rhynchocephalia) — гаттерия имеет много чрезвычайно примитивных черт и сохранилась только в Новой Зеландии и на прилежащих мелких островах.

Крупнейшие наземные животные принадлежали к динозаврам — представителям древних пресмыкающихся. Пресмыкающиеся пережили расцвет в эпоху мезозоя, когда они доминировали на земле, в море и в воздухе. В конце мелового периода большая часть пресмыкающихся вымерла. Современные рептилии — лишь разрозненные остатки того мира.

#### **2. Класс Пресмыкающиеся. Особенности строения, развития рептилий.**

У пресмыкающихся наблюдаются как черты более простых по строению амфибий, так и черты высших позвоночных животных.

Наружный кожный покров пресмыкающихся в результате утолщения и ороговения образует чешуйки или щитки. У ящериц роговые чешуйки перекрывают друг друга, напоминая черепицу. У черепах сросшиеся щитки формируют сплошной прочный панцирь. Смена рогового покрова происходит путём полной или частичной линьки, которая у многих видов происходит несколько раз в год.

Плотная и сухая кожа содержит пахучие железы. Слизистые железы отсутствуют.

В наружной части внутреннего слоя кожи часто находятся специальные клетки — хроматофоры. В этих клетках секретируются пигменты: меланины и каротиноиды. Также в хроматофорах встречается способный отражать свет гуанин. Благодаря хроматофорам, некоторые пресмыкающиеся способны изменять окраску своего тела за сравнительно короткое время. Хамелеоны — наиболее известные представители с подобным свойством.

В осевом скелете пресмыкающихся разделение на отделы более заметно, чем у земноводных. Хорошо различимы четыре отдела скелета: шейный (лат. *pars cervicalis*), туловищный (пояснично-грудной, *pars thoracolumbalis*), крестцовый (*pars sacralis*) и хвостовой (*pars caudalis*).

Типичным для пресмыкающихся является следующее строение осевого скелета. Общее количество позвонков различно у разных видов (50—80, у змей возрастает до 140—435). Из позвонков шейного отдела (от 7 до 10) два передних (атлант и эпистрофей) образуют сустав, позволяющий голове не только двигаться в вертикальной плоскости относительно первого шейного позвонка, но и поворачиваться. В туловищном отделе от 16 до 25 позвонков, каждый с парой рёбер. Первые несколько позвонков прикрепляются к груди, образуя грудную клетку (отсутствует у змей). В крестцовом отделе всего два позвонка, к широким поперечным отросткам которых причленяется таз. Хвостовой отдел составляют несколько десятков (15—40) постепенно уменьшающихся в размерах позвонков. Последние хвостовые позвонки представляют собой небольшие палочковидные косточки.

В некоторых группах рептилий осевой скелет имеет отличия. У змей позвоночник отчетливо делится лишь на туловищный и хвостовой отделы, грудина отсутствует. У черепах позвонки туловищного отдела срастаются со спинным щитом панциря, вследствие чего неподвижны.

Череп пресмыкающихся значительно более окостеневший, чем у земноводных. Лишь в обонятельной капсуле и слуховой области содержится небольшое количество хряща. Осевой и висцеральный отделы черепа эмбрионально формируются отдельно, но у взрослых особей срастаются в единое образование. В состав черепа входят как хрящевые (замещающие, или первичные), так и многочисленные кожные (покровные, или вторичные) кости.

Пояс передних конечностей сходен с поясом земноводных, отличаясь лишь более сильным развитием окостенения. Пара передних конечностей рептилий состоит из плеча, предплечья и кисти. Пара задних конечностей — из бедра, голени и стопы. На фалангах конечностей расположены когти.

Мышечная система пресмыкающихся представлена жевательной, шейной мускулатурой, мускулатурой брюшного пресса, а также мускулатурой сгибателей и разгибателей. Присутствуют характерные для амниот межрёберные мышцы, играющие важную роль при акте дыхания. Подкожная мускулатура позволяет изменять положение роговых чешуй.

Как и у большинства хордовых животных, нервная система пресмыкающихся представлена головным (из 5 отделов) и спинным мозгом.

Головной мозг расположен внутри черепа. Ряд важных особенностей отличает головной мозг пресмыкающихся от головного мозга земноводных. Нередко говорят о так называемом зауропсидном типе головного мозга, присущем также и птицам, в отличие от ихтиопсидного типа у рыб и земноводных.

Выделяют пять отделов головного мозга пресмыкающихся.

- Передний мозг состоит из двух больших полушарий, от которых отходят обонятельные доли. Поверхность больших полушарий абсолютно гладкая. В мозговом своде полушарий различают первичный свод — архипаллиум, занимающий большую часть крыши полушарий, и зачатки неопаллиума. Дно переднего мозга в основном состоит из полосатых тел.

- Промежуточный мозг расположен между передним и средним мозгом. В верхней его части расположен теменной орган, а на нижней стороне — гипофиз. Дно промежуточного мозга занято зрительными нервами и их перекрестом (хиазой).

- Средний мозг представлен двумя крупными передними холмами — зрительными долями, а также небольшими задними холмами. Зрительная кора более развита, чем у амфибий.

- Мозжечок прикрывает переднюю часть продолговатого мозга. Он более крупный по сравнению с мозжечком амфибий.

- Продолговатый мозг образует изгиб в вертикальной плоскости, который характерен для всех амниот.

От головного мозга отходят 12 пар черепно-мозговых нервов. В спинном мозге разделение на белое и серое вещество более отчётливо, чем у амфибий. От спинного мозга отходят сегментальные спинномозговые нервы, образуя типичное плечевое и тазовое сплетение. Отчётливо выражена вегетативная нервная система (симпатическая и парасимпатическая) в виде цепи парных нервных ганглиев.

Пресмыкающиеся имеют шесть основных органов чувств:

- Орган зрения — глаза, устроены сложнее, чем у амфибий: в склере присутствует кольцо из тонких костных пластинок; от задней стенки глазного яблока отходит вырост — гребешок, вдающийся в стекловидное тело; в ресничном теле развита поперечно-полосатая мускулатура, которая позволяет не только перемещать хрусталик, но и изменять его форму, таким образом осуществляя наводку на резкость в процессе аккомодации. Органы зрения имеют приспособления к работе в воздушной среде. Слёзные железы предохраняют глаз от высыхания. Наружные веки и мигательная перепонка выполняют защитную функцию. У змей и некоторых ящериц веки срастаются, формируя прозрачную оболочку. Сетчатка глаза может содержать как палочки, так и колбочки. У ночных видов колбочки отсутствуют. У большинства дневных видов диапазон цветного зрения смещён в жёлто-оранжевую часть спектра. Зрение имеет решающее значение среди органов чувств пресмыкающихся.

- Орган обоняния представлен внутренними ноздрями — хоанами и вомероназальным органом. По сравнению со строением земноводных, хоаны расположены ближе к глотке, что даёт возможность свободно дышать в то время, как пища находится во рту. Обоняние развито лучше, чем у земноводных, позволяя многим ящерицам находить пищу, находящуюся под поверхностью песка на глубине до 6—8 см.

- Орган вкуса — вкусовые луковицы, расположенные в основном в глотке.



- Орган тепловой чувствительности находится на лицевой ямке между глазом и носом с каждой стороны головы. Особенно развит у змей. У ямкоголовых змей термолокаторы позволяют определять даже направление источника теплового излучения.

- Орган слуха близок к органу слуха лягушек, он содержит внутреннее и среднее ухо, снабженное барабанной перепонкой, слуховой косточкой — стремением и евстахиевой трубой. Роль слуха в жизни пресмыкающихся сравнительно невелика, особенно слаб слух у змей, не имеющих барабанной перепонки и воспринимающих колебания, распространяющиеся по земле или в воде. Пресмыкающиеся воспринимают звуки в диапазоне 20—6000 Гц, хотя большинство хорошо слышит лишь в диапазоне 60—200 Гц (у крокодилов 100—3000 Гц).

- Осязание выражено отчётливо, особенно у черепах, которые могут чувствовать даже лёгкое прикосновение к панцирю.

Для пресмыкающихся характерно дыхание всасывающего типа путем расширения и сужения грудной клетки при помощи межреберной и брюшной мускулатуры. Попавший через гортань воздух поступает в трахею — длинную дыхательную трубку, которая на конце делится на бронхи, ведущие в лёгкие. Как и у земноводных, лёгкие пресмыкающихся имеют мешкообразное строение, хотя их внутренняя структура намного сложнее. Внутренние стенки лёгочных мешков имеют складчатое ячеистое строение, что значительно увеличивает дыхательную поверхность.

Поскольку тело покрыто чешуйками, кожное дыхание у пресмыкающихся отсутствует (исключение составляют мягкотелые черепахи и морские змеи), и лёгкие являются единственным дыхательным органом.

Как и амфибии, большинство пресмыкающихся обладают трёхкамерным сердцем, состоящим из желудочка и двух предсердий. Желудочек разделён неполной перегородкой на две половины: верхнюю и нижнюю. При такой конструкции сердца в щелевидном пространстве вокруг неполной перегородки желудочка устанавливается градиент (разность) количества кислорода крови. После сокращения предсердий артериальная кровь из левого предсердия оказывается в верхней половине желудочка и вытесняет венозную кровь, излившуюся из правой части желудочка, в нижнюю половину. В правой части желудочка оказывается смешанная кровь. При сокращении желудочка каждая порция крови устремляется к ближайшему отверстию: артериальная кровь из верхней половины — в правую дугу аорты, венозная кровь из нижней половины — в легочную артерию, а смешанная кровь из правой части желудочка — в левую дугу аорты. Поскольку именно правая дуга аорты несет кровь к мозгу, мозг получает наиболее обогащённую кислородом кровь. У крокодилов перегородка полностью разделяет желудочек на две половины: правую — венозную и левую — артериальную, таким образом сформировав четырёхкамерное сердце, практически как у млекопитающих и птиц.

В противоположность общему артериальному стволу земноводных, у рептилий наблюдается три самостоятельных сосуда: лёгочная артерия, и правая и левая дуги аорты. Каждая дуга аорты загибается назад вокруг пищевода, и, сойдясь друг с другом, они соединяются в непарную спинную аорту. Спинная аорта тянется назад, отсылая по пути артерии ко всем органам. От правой дуги аорты, отходящей от левого артериального желудочка, ответвляются общим стволом правая и левая сонные артерии, от правой же дуги отходят и обе подключичные артерии, несущие кровь к передним конечностям.

Полного разделения на два независимых круга кровообращения у пресмыкающихся (включая крокодилов) не происходит, поскольку венозная и артериальная кровь смешиваются в спинной аорте.

Подобно рыбам и амфибиям, все пресмыкающиеся — холоднокровные животные.

Вследствие разнообразия доступной для питания пищи пищеварительный тракт у пресмыкающихся гораздо более дифференцирован, чем у земноводных животных.

Пищеварительная система начинается ротовым отверстием, ограниченном челюстями с коническими, одинаковыми, прочно прирастающими зубами (гомодонтная система). Язык свободный, впереди мускулистый, подвижный, к концу утончается и раздваивается. Ротовая полость отграничена от глотки развивающимся вторичным костным нёбом. Многоклеточные слюнные железы содержат пищеварительные ферменты. Глотка переходит в узкий пищевод, далее в мускулистый желудок и кишечник. Желудок имеет толстые мышечные стенки. На границе между тонкой и толстой кишкой находится слепая кишка, которой нет у амфибий. Большая печень рептилий имеет желчный пузырь. Поджелудочная железа в виде длинного плотного тела лежит в петле двенадцатиперстной кишки. Кишечник заканчивается клоакой.

Выделительная система пресмыкающихся представлена почками, мочеточниками и мочевым пузырём.

Почки пресмыкающихся существенно отличаются от почек рыб и амфибий, которым приходится решать задачу избавления от постоянного избытка воды в организме. Вместо туловищных почек амфибий (мезонефрос), почки рептилий (метанефрос) располагаются в тазовой области с брюшной стороны клоаки и по её бокам. Почки соединяются с клоакой через мочеточники.

Тонкостенный стебельчатый мочевой пузырь соединяется с клоакой тонкой шейкой на её брюшной стороне. У некоторых пресмыкающихся мочевой пузырь недоразвит (крокодилы, змеи, некоторые ящерицы).

Также появляется новый орган выделения — тазовая почка.

У наземных рептилий конечный продукт азотистого обмена — мочевая кислота.

Пресмыкающиеся — раздельнополые животные, двуполое размножение.

Мужская половая система состоит из пары семенников, которые расположены по бокам поясничного отдела позвоночника. От каждого семенника отходит семенной канал, который впадает в вольфов канал. С появлением туловищной почки у пресмыкающихся вольфов канал у самцов выступает лишь как семяпровод и полностью отсутствует у самок. Вольфов канал открывается в клоаку, образуя семенной пузырёк.

Женская половая система представлена яичниками, которые подвешены на брыжейке к спинной стороне полости тела по бокам позвоночника. Яйцеводы (мюллеровы каналы) также подвешены на брыжейке. В переднюю часть полости тела яйцеводы открываются щелевидными отверстиями — воронками. Нижний конец яйцеводов открывается в нижний отдел клоаки на её спинной стороне.

Оплодотворение внутреннее. Развитие зародыша происходит в яйце. У пресмыкающихся прямое постэмбриональное развитие. За детёнышами ухаживают в зависимости от вида: черепахи, ящерицы, крокодилы... Черепахи практически сразу после рождения оставляют своё потомство, крокодилы же следят за ним, и перетаскивают совсем маленьких детёнышей у себя в пасти, но мама — крокодилиха может и съесть своего детёныша.

Большинство пресмыкающихся относится к плотоядным животным. Для некоторых (например, агамы, игуаны) характерно смешанное питание. Встречаются и почти исключительно травоядные пресмыкающиеся (сухопутные черепахи).

Для большинства пресмыкающихся характерным способом передвижения является ползание. Многие виды неплохо плавают. Летающие рептилии известны только из ископаемых останков.

Большинство рептилий не имеет настоящего голосового аппарата и может издавать лишь самые примитивные звуки вроде шипения или свиста. Их голоса однообразны.

Значение пресмыкающихся для человека сравнительно невелико. Кожа крокодилов, крупных змей и ящериц применяется в кожевенной промышленности для изготовления чемоданов, ремней, обуви и т. п., однако эти предметы носят эксклюзивный характер, являясь предметом роскоши. Мясо и яйца многих черепах употребляются в пищу. Также могут употребляться в пищу некоторые ящерицы и змеи. Змеиный яд находит применение в медицине. Многие змеи полезны истреблением грызунов, а ящерицы — насекомых. Некоторые виды пресмыкающихся держат в качестве домашних животных.

Большую опасность для людей представляют ядовитые змеи, особенно в тропических странах. Крупные крокодилы опасны для человека, наносят ущерб животноводству. Многие черепахи вредят рыбному промыслу.

## **1. 17 Лекция №17 ( 2 часа).**

**Тема:** Класс Птицы

### **1.17.1 Вопросы лекции:**

1. Особенности строения птиц.
2. Общие отличительные признаки, приобретенные с полетом.

### **1.17.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Особенности строения птиц**

Птицы - высокоорганизованные позвоночные животные, тело которых покрыто перьями, а передние конечности превращены в крылья. Способность передвигаться в воздухе, теплокровность и другие особенности строения и жизнедеятельности дали им возможность широко расселиться на Земле. Особенно разнообразны виды птиц в тропических лесах. Всего насчитывается около 9000 видов.

Это высокоспециализированный и широко распространенный класс высших позвоночных, представляющий собой прогрессивную ветвь пресмыкающихся, приспособившихся к полету.

О сходстве птиц с пресмыкающимися свидетельствуют общие признаки:

- 1) тонкая, бедная железами кожа;
- 2) сильное развитие на теле роговых образований;
- 3) наличие клоаки и другие.

К числу прогрессивных черт, отличающих их от пресмыкающихся, относятся:

а) более высокий уровень развития центральной нервной системы, обуславливающий приспособительное поведение птиц;

б) высокая (41-42 градуса) и постоянная температура тела, поддерживаемая сложной системой терморегуляции;

в) совершенные органы размножения (гнездостроение, насиживание яиц и выкармливание птенцов).

Эволюция птиц шла по единому пути, связанному с освоением воздушной среды. Полет как основной способ их передвижения наложил отпечаток на их внешнее и внутреннее строение (хотя сохранили также способность передвигаться по деревьям, по земле).

1) Тело их расчленено на голову, шею, туловище и хвост. На небольшой голове расположены различные органы чувств. У птиц голова небольшая, шея длинная и чрезвычайно подвижная.

Челюсти лишены зубов и одеты роговыми чехликами, образующими клюв. Форма клюва разная, что связано с характером потребляемой пищи. Шея у разных птиц разной длины и отличается большой подвижностью. Туловище имеет округлую форму. Передние конечности превращены в крылья. Задние - ноги - разного строения. Это связано с разнообразием мест обитания. На ногах четыре пальца, заканчивающиеся когтями. Нижняя часть ног покрыта роговыми щитками. Укороченный хвост снабжен веером рулевых перьев. У разных птиц он имеет разное строение. .

Кожа птиц тонкая, сухая, лишена желез. Исключение составляет лишь копчиковая железа, расположенная под корнем хвоста. Она выделяет жиросодержащий секрет, которым птица смазывает перья при помощи клюва. Железа сильно развита у водоплавающих птиц. Кожа их покрыта своеобразным роговым покровом, состоящим из перьев. У летающих птиц перья отмечены лишь на определенных участках кожи, а у нелетающих равномерно покрывают все тело.

У подавляющего большинства птиц имеются контурные и пуховые перья. Контурное перо состоит из стержня, очина и опахала. Опахало образовано многочисленными отходящими от стержня по обе стороны пластинами — бородками первого порядка, на которых расположены более тонкие, сцепленные друг с другом при помощи крючков бородки второго порядка. В результате этого сцепленное опахало представляет собой легкую упругую пластинку, которая в случае разрыва (например, ветром) легко восстанавливается. Контурные перья образуют летательные плоскости крыльев, хвоста, а также придают телу птицы обтекаемую поверхность. Пуховые перья имеют тонкий стержень и лишены бородок второго порядка, благодаря чему они не имеют цельных опахал. Пуховые перья расположены под контурными. Основная их функция — сохранение тепла тела птицы.

Периодически птица линяет: старые перья выпадают, а на их месте вырастают новые. Обычно линька бывает один раз в году, реже — два и совсем редко, как например у морянки (*Clangula hyemalis*) — три раза в год. Крупные хищные птицы способны линять один раз в несколько лет.

Позвоночник, как и у всех наземных позвоночных, состоит из пяти отделов — шейного, грудного, поясничного, крестцового и хвостового. Большую подвижность сохраняет лишь шейный отдел. Грудные позвонки малоподвижны, а поясничные и крестцовые прочно срастаются друг с другом (сложный крестец) и с костями таза. Срастаются и некоторые кости плечевого пояса: саблевидная лопатка с вороньей костью, ключицы друг с другом, что обеспечивает прочность плечевого пояса, к которому прикрепляются передние конечности — крылья. Они содержат все типичные отделы: плечевую, локтевую и лучевую кости предплечья и кисть, кости которой срастаются. Из пальцев сохраняются только три.

Тазовый пояс обеспечивает надежную опору для задних конечностей, что достигается сращением подвздошных костей на всем протяжении со сложным крестцом. Благодаря тому, что тазовые (лобковые) кости не срастаются и широко раздвинуты, птица может откладывать крупные яйца.

Мощные задние конечности образованы типичными для всех наземных животных костями. Для укрепления голени малая берцовая кость приращена к большой берцовой. Кости плюсны срастаются с частью костей предплюсны с образованием свойственной только птицам кости - цевки. Из четырех пальцев чаще всего три направлены вперед, один - назад.

Грудную клетку образуют грудные позвонки, ребра и грудина. Каждое ребро состоит из двух костных отделов — спинного и брюшного, подвижно сочлененных друг с другом, что обеспечивает приближение или отведение грудины от позвоночника при дыхании.

Грудина у птиц велика и имеет большой выступ - киль, к которому прикрепляются грудные мышцы, приводящие крылья в движение.

Из-за большой подвижности и разнообразия движений мускулатура птиц отличается высокой степенью дифференцированности. Наибольшего развития достигли грудные мышцы (1/5 общей массы птицы), которые прикреплены к килю грудины и служат для опускания крыльев. Расположенные под грудными подключичные мышцы обеспечивают поднятие крыльев. Скорость полета птиц различна: 60—70 км/ч у уток и 65—100 км/ч у сокола-сапсана. Наибольшая скорость отмечена у черного стрижа — 110—150 км/ч. Мощная мускулатура ног у птиц, утративших способность к полету, позволяет быстро передвигаться по суше (страусы бегают в среднем со скоростью 30 км/ч).

Интенсивная двигательная активность птиц требует больших затрат энергии. В связи с этим система пищеварительных органов имеет ряд особенностей.

Рацион птиц во многом зависит от предпочтений отдельного вида и может включать в себя самую разнообразную пищу от цветочного нектара до крупной падали. Поскольку зубы у пернатых отсутствуют, пищеварительная система построена таким образом, что позволяет переваривать непережеванную пищу.

Пища захватывается и удерживается роговым клювом, в ротовой полости смачивается слюной и продвигается в пищевод. У основания шеи пищевод расширяется в зоб, особенно хорошо развитый у зерноядных птиц. В зобе пища накапливается, набухает и частично подвергается химической переработке. В переднем, железистом отделе желудка птиц происходит химическая обработка поступающей пищи, в заднем, мускульном, — ее механическая переработка. Стенки мускульного отдела работают как жернова и перетирают твердую и грубую пищу. Этому способствуют и проглоченные птицами камешки. Из желудка пища последовательно поступает в двенадцатиперстную кишку, тонкую и короткую толстую кишку, которая заканчивается клоакой. Из-за недоразвития прямой кишки птицы часто освобождают кишечник, что облегчает их массу. Мощные пищеварительные железы (печень и поджелудочная железа) активно выделяют пищеварительные ферменты в полость двенадцатиперстной кишки и перерабатывают пищу в зависимости от ее вида за 1—4 часа. Большие затраты энергии требуют поступления значительного количества корма; 50—80% от массы тела за сутки у мелких птиц и 20—40% у крупных.

Дыхательная система имеет ряд особенностей, связанных с приспособлением к полету. Начинается ноздрями, расположенными у основания надклювья. Из рта гортанная щель ведет в гортань, а из нее в трахею. В нижней части трахеи и начальных участках бронхов находится голосовой аппарат - нижняя гортань. Источником звуков служат вибрирующие при прохождении воздуха перепонки между последними хрящевыми кольцами трахеи и полукольцами бронхов. Бронхи проникают в легкие, разветвляются в них на мелкие трубочки - бронхиолы - и очень тонкие воздушные капилляры, которые образуют в легких воздухоносную сеть. С ней тесно переплетаются кровеносные сосуды, газообмен происходит через стенки капилляров. Часть бронхиальных ответвлений не разделяется на бронхиолы, выходит за пределы легких, образуя тонкостенные воздушные мешки, расположенные между внутренними органами, мышцами и даже внутри полых костей. Объем воздушных мешков почти в 10 раз превышает объем легких. Парные легкие небольшие и мало растяжимы, они прирастают к ребрам по бокам позвоночника. В спокойном состоянии и во время движения по земле акт дыхания осуществляется за счет движения грудной клетки. Грудная кость при вдохе опускается, отдаляясь от позвоночника, а при выдохе поднимается, приближаясь к нему. Во время полета грудная кость неподвижна. При поднятии крыльев происходит выдох, богатый кислородом воздух попадает из воздушных мешков в легкие, где осуществляется газообмен. Таким образом, насыщенный кислородом воздух проходит через легкие два раза: и при выдохе, и при вдохе.

(так называемое двойное дыхание). Воздушные мешки предотвращают перегрев организма, так как избыток тепла удаляется с воздухом.

Кровеносная система птиц представлена четырех камерным сердцем (два предсердия, два желудочка) и отходящими кровеносными сосудами. В правой части сердца концентрируется венозная кровь, а в левой - артериальная. Органы и ткани получают чистую артериальную кровь, что способствует усиленному обмену веществ и обеспечивает постоянную высокую температуру тела (38-42 градуса). Из левого желудочка артериальная кровь поступает в правую дугу аорты (только у птиц). От нее отходят артерии, питающие кислородом все части тела. Венозная кровь по передним и задним полым венам возвращается в правое предсердие. Это движение крови составляет большой круг кровообращения. По малому кругу кровообращения венозная кровь по легочной артерии поступает из правого желудочка к легким. Окисленная кровь из легких направляется по легочным венам в левое предсердие, в котором малый круг оканчивается. Циркулирует кровь с большой скоростью, что связано с энергичной работой сердца, высоким кровяным давлением. Пульс у воробьиных в покое составляет 400-600 ударов, при полете - 1000.

Органы выделения представлены двумя крупными почками, лежащими в глубине таза. Их масса составляет 1-2% от массы тела. По двум мочеточникам мочевая кислота стекает в клоаку и выделяется вместе с экскрементами наружу. Мочевого пузыря нет, что облегчает вес птицы.

Нервная система птиц по сравнению с нервной системой пресмыкающихся значительно усложнилась. Высокое развитие центральной нервной системы обусловлено более сложное поведение птиц. Оно проявляется в различных формах заботы о потомстве (гнездостроение, откладка и насиживание яиц, обогревание птенцов, их кормление), в сезонных перемещениях, в развитии звуковой сигнализации. Представлена головным, спинным мозгом и отходящими нервами. Головной мозг заключен в объемную мозговую коробку. Большие полушария переднего мозга крупных размеров и образованы полосатыми телами. Средний мозг имеет развитые зрительные доли. Мозжечок обеспечивает сохранение равновесия и точную координацию птицы во время полета. Обонятельные доли развиты слабо. Черепно-мозговых нервов 12 пар.

Сложные формы заботы о потомстве у птиц - это прогрессивные особенности, сложившиеся в процессе их исторического развития.

Важнейшие органы чувств - органы зрения и слуха. Глаза у них крупные, снабжены верхним и нижним веками и третьим веком, или мигательной перепонкой. Все птицы обладают цветовым зрением. Острота зрения в несколько раз выше, чем у человека. Орган слуха, как и у пресмыкающихся, представлен внутренним и средним ухом. Во внутреннем ухе лучше развита улитка, в ней увеличено число чувствительных клеток. Полость среднего уха большая - единственная слуховая косточка - стремечко - более сложной формы. Барабанная перепонка находится глубже, чем поверхность кожи, к ней ведет канал - наружный слуховой проход. Слух очень острый. По сравнению с пресмыкающимися у птиц увеличена поверхность носовой полости и обонятельного эпителия. У некоторых птиц (утки, кулики, питающиеся падалью хищники) обоняние хорошо развито и используется при поиске корма. У других птиц развито слабо. Органы вкуса представлены вкусовыми почками в слизистой оболочке ротовой полости, на языке и у его основания. Многие птицы различают соленое, сладкое и горькое.

Характерная черта размножения птиц — яйцекладка. Яйцеклетка птиц увеличивается и превращается в яйцо, которое отличается большим размером и содержит запас питательных веществ, необходимый для развития зародыша. Половые органы птиц расположены внутри, открываясь напрямую в клоаку. Оплодотворение происходит внутри, после яйцекладки для продолжения развития зародышу необходимо тепло, поэтому родители согревают его теплом своего тела на протяжении нескольких недель или даже

месяцев. В зависимости от продолжительности и сложности эмбрионального развития, птицы подразделяются на два класса — выводковые и птенцовые:

- Выводковые птицы — птицы, птенцы которых вылупляются из яйца вполне сформированными, одетыми пухом и способными отыскивать корм. Они тут же покидают гнездо, хотя ещё долгое время следуют за своими родителями, которые их защищают и помогают отыскивать корм. курообразные (тетерева, рябчики, куропатки, фазаны и другие), гусеобразные (гуси, утки, лебеди, гаги), журавли, дрофы, страусы

- Птенцовые птицы — птицы, птенцы которых вылупляются из яйца несформированными, голыми, слепыми и беспомощными. Они долго остаются в гнезде. Родители не только защищают их, но также и кормят из клюва. у воробьиных - 10-12 дней, у некоторых - до двух месяцев

- Полувыводковые птицы — смешанный тип развития, при котором птенцы появляются отчасти сформированными, но долгое время остаются в гнезде и получают пищу от родителей.

За несколько дней до вылупления практически сформировавшиеся птенцы устанавливают с родителями звуковую связь. В этом общении выделено около десятка сигналов. Таким образом птенец усваивает сигналы матери и основные ситуации внешней среды, что подготавливает его к жизни после вылупления.

Птицы раздельнополы, оплодотворение у них внутреннее. У самки функционирует только левый яичник и левый яйцевод, правый яичник и правый яйцевод редуцированы. Это связано с крупными размерами яиц: при наличии двух яичников их большая масса и жесткая скорлупа затруднили бы полет и продвижение яиц по яйцеводу. У самцов семенники парные, их протоки открываются в клоаку. Яйцеклетки птиц имеют крупные размеры из-за содержания в них большого количества питательных веществ. Собственно яйцо (или яйцеклетку) птиц называют желтком. На его поверхности находится зародышевый диск, из которого развивается зародыш. Основная масса желтка служит запасом питательных веществ и воды. Проходя по яйцеводу, яйцо окружается сначала слоем белка, предохраняющего его от механических повреждений и служащего источником воды для развития зародыша, затем одевается подскорлуповой оболочкой и, наконец, прочной известковой скорлупой. Скорлупа пронизана мельчайшими порами, обеспечивающими газообмен зародыша с внешней средой. Надскорлуповая оболочка предохраняет яйцо от проникновения бактерий. Когда яйцеклетка поступает в яйцевод, развитие зародыша в нем только начинается. Для продолжения развития вне организма необходимо, чтобы яйцо обогревалось. У птиц выработался инстинкт насиживания, во время которого в яйце осуществляется эмбриональное развитие. На самых ранних стадиях развития зародыша птиц имеет большое сходство с зародышами своих предков - закладывается хорда, жаберные щели и жаберные артерии, появляется длинный хвост - свидетельство того, что далекие предки птиц были водными животными. Палеонтологические находки свидетельствуют, что непосредственными предками птиц были пресмыкающиеся.

По степени физиологической зрелости птенцов в момент вылупления всех птиц делят на две группы - выводковых и птенцовых. У выводковых, птенцы сразу после вылупления покрыты пухом, зрячие, могут передвигаться и находить корм. Взрослые птицы защищают свой выводок, периодически греют птенцов (особенно в первые дни жизни), помогают в поисках корма. Сюда относятся все курообразные (тетерева, рябчики, куропатки, фазаны и другие), гусеобразные (гуси, утки, лебеди, гаги), журавли, дрофы, страусы. У птенцовых птиц птенцы вначале слепые, глухие, голые или слабо опушенные, не могут передвигаться, в гнезде остаются долго (у воробьиных - 10-12 дней, у некоторых - до двух месяцев). В это время родители их обогревают и выкармливают. Сюда относятся голуби, попугаи, воробьиные, дятлообразные и многие другие. Птенцы покидают гнездо оперенными, почти

достигнув размеров взрослых птиц, но с неуверенным полетом - одна-две недели после вылета родители продолжают кормить и обучать поиску корма. Благодаря разнообразным формам заботы о потомстве плодовитость птиц гораздо ниже, чем у пресмыкающихся, рыб, земноводных.

## **2. Общие отличительные признаки, приобретенные с полетом.**

1. Приспособленность к полету во внешнем строении (обтекаемая форма тела. Перьевой покров, крылья, хвост из рулевых перьев) .

2. Скелет птиц характеризуется прочностью и легкостью. Это качества обусловлены тем, что многие кости срослись между собой и образовали прочные отделы (череп, туловищный отдел позвоночника, цевка, кости кисти и др.), а трубчатые кости полые, содержат воздух, поэтому они и легкие.

3. Особенности мускулатуры птиц, связанные с полетом - сильное развитие мышц, приводящих в движение крылья: большие грудные мышцы опускают крыло, подключичные поднимают. Межреберные - имеют большое значение в дыхании птиц. Сильно развиты мышцы ног.

4. Приспособленность к полету в пищеварительной системе (клюв без зубов, быстрое переваривание, частое опорожнение кишечника и др.) . 5. Приспособленность к полету в дыхательной системе (воздушные мешки способствуют увеличению объема вдыхаемого воздуха, участвуют в механизме двойного дыхания, содействуют теплоотдаче, предохраняя организм от перегрева, облегчают вес тела птицы) .

5. Особенности кровеносной системы (крупные размеры сердца, наличие 4-х камер, благодаря которым ткани организма получают артериальную кровь, богатую кислородом) . Процессы жизнедеятельности протекают быстро (окисление), обеспечивая интенсивный обмен веществ и высокую постоянную температуру тела.

6. В связи с полетом и разнообразным образом жизни нервная система, в частности головной мозг, имеет более сложное строение. Это выражается в более крупных размерах его переднего отдела и мозжечка, в наличии относительно больших зрительных долей, что связано с более сложным строением органов зрения.

7. Высокое развитие центральной нервной системы обусловлено более сложное поведение птиц. Оно проявляется в различных формах заботы о потомстве (гнездостроение, откладка и насиживание яиц, обогревание птенцов, их кормление), в сезонных перемещениях, в развитии звуковой сигнализации. Сложные формы заботы о потомстве у птиц - это прогрессивные особенности, сложившиеся в процессе их исторического развития.

8. Приспособленность к полету в органах размножения (у самок один левый яичник и один левый яйцевод) . Размножаются на суше с помощью относительно крупных яиц, богатых желтком и покрытых рядом оболочек; для развития зародыша в яйце необходимы питательные вещества, кислород и тепло; сходство в размножении и развитии птиц и пресмыкающихся свидетельствуют о родстве позвоночных этих классов.

## **1. 18 Лекция № 18 (2 часа).**

**Тема:** Класс Млекопитающие

### **1.18.1 Вопросы лекции:**

1. Общие отличительные признаки во внешнем и внутреннем строении.
2. Млекопитающие, занесенные в Красную книгу.



### 1.18.2 Краткое содержание вопросов:

#### 1. Общие отличительные признаки во внешнем и внутреннем строении

- Насекомоядные имеют средние или мелкие размеры тела, однотипные и остробугорчатые зубы, вытянутый в хоботок передний конец головы (крот, еж, землеройка).
- Рукокрылые имеют видоизмененные в крылья передние конечности, тонкие и легкие кости, киль на груди, слабое зрение; в полете они ориентируются с помощью ультразвука; на зиму впадают в спячку (ушан, кожан, рыжая вечерница).
- Грызуны имеют тело мелких или средних размеров, сильно развитые, постоянно растущие резцы; обладают большой плодовитостью; для многих характерен длинный кишечник с сильно развитой слепой кишкой; преимущественно травоядные (белка, бобр, суслик, мыши, крысы).
- Зайцеобразные имеют две пары резцов, размеры тела небольшие (заяц, кролик, пищуха).
- Хищные имеют хорошо развитые клыки и хищные зубы, хорошо развитый передний мозг; питаются преимущественно животной пищей (волки, медведи, куницы, тигры).
- Ластоногие большую часть жизни проводят в воде, размножаются и линяют на суше; конечности видоизменены в ласты (морж, тюлень, морской котик).
- Китообразные живут в воде, имеют тело крупных размеров; передние конечности видоизменены в ласты, а задние - отсутствуют; передвигаются с помощью мощного хвоста; различают зубатых китов (кашалот, дельфины) и усатых китов (синий кит).
- Парнокопытные имеют тело средних или крупных размеров, длинные, оканчивающиеся четырьмя пальцами ноги; второй и третий пальцы развиты сильнее и имеют на концах копыта. Различают жвачных парнокопытных, которые вторично пережевывают пищу и имеют многокамерный желудок (корова, лось), и нежвачных или свиноподобных, имеющих массивное тело с короткими ногами (кабак, бегемот).
- Непарнокопытные имеют крупные размеры тела, нечетное число пальцев с копытами; у некоторых сильнее развит третий палец (лошадь, осел, зебра).
- Приматы имеют различные размеры тела, сильно развитую кору больших полушарий, глаза, направленные вперед, на пальцах ногти, большой палец кисти противопоставлен остальным пальцам; самое многочисленное семейство - мартышкообразные, которое включает макаков, павианов, мартышек; к отряду относятся и человекообразные обезьяны.

Общая характеристика класса. Млекопитающие — высокоорганизованный класс хордовых животных, насчитывающий около 4,5 тыс. видов. Его представители заселили все среды жизни, включая поверхность суши, почву, морские и пресные водоемы, приземные слои атмосферы.

Ведя свое происхождение от звероподобных пресмыкающихся верхнего карбона, млекопитающие достигли расцвета в кайнозойскую эру.

Характерные черты их организации следующие:

1. Тело подразделено на голову, шею, туловище, парные передние и задние конечности, хвост. Конечности расположены под туловищем, благодаря чему оно приподнято над землей, что дает возможность животным передвигаться с большой скоростью.
2. Кожа относительно толстая, прочная и эластичная, покрытая волосным покровом, хорошо удерживающим вырабатываемое организмом тепло. В коже расположены сальные, потовые, млечные и пахучие железы.

3. Мозговой отдел черепа крупнее, чем у пресмыкающихся. Позвоночник состоит из пяти отделов. В шейном отделе всегда семь позвонков.

4. Мускулатура представлена сложной системой дифференцированных мышц. Имеется грудобрюшная мышечная перегородка — диафрагма. Развитая подкожная мускулатура обеспечивает изменение положения волосяного покрова, а также различную лицевую мимику. Виды передвижения разнообразны: ходьба, бег, лазание, прыжки, плавание, полет.

5. Пищеварительная система сильно дифференцирована. Слюна содержит пищеварительные ферменты. Зубы на челюстных костях сидят в лунках и по строению и назначению подразделяются на резцы, клыки и коренные. У растительноядных животных значительно развита слепая кишка. У большинства клоака отсутствует.

6. Сердце четырехкамерное, как и у птиц. Имеется левая дуга аорты. Все органы и ткани тела снабжаются чистой артериальной кровью. Сильно развито губчатое вещество костей, красный костный мозг которого является кроветворным органом.

7. Органы дыхания — легкие — имеют большую дыхательную поверхность за счет альвеолярного строения. В дыхательных движениях, кроме межреберных мышц, участвует и диафрагма. Интенсивность процессов жизнедеятельности высокая, вырабатывается много тепла, поэтому млекопитающие — теплокровные (гомойотермные) животные (как и птицы).

8. Органы выделения — тазовые почки. Моча выводится по мочеиспускательному каналу наружу.

9. Головной мозг, как и у всех позвоночных животных, состоит из пяти отделов. Особенно велики размеры больших полушарий переднего мозга, покрытых корой (у многих видов извилистой), мозжечка. Кора становится высшим отделом центральной нервной системы, координирующим работу других отделов мозга и всего организма. Формы поведения сложные.

10. Органы обоняния, слуха, зрения, вкуса, осязания имеют большую разрешающую способность, что позволяет животным легко ориентироваться в среде обитания.

11. Млекопитающие — раздельнополые животные с внутренним оплодотворением. Зародыш развивается в матке (у большинства). Питание и газообмен происходит через плаценту. После рождения детеныши вскармливаются молоком.

Особенности строения и процессов жизнедеятельности. Внешний облик и размеры млекопитающих весьма разнообразны в зависимости от условий и образа жизни. Масса тела колеблется от 1,5 г (землеройка-крошка) до 150 т (синий кит). Длинные передние и задние конечности расположены под туловищем и способствуют быстрому передвижению, благодаря чему животные не имеют себе равных по скорости передвижения. У гепарда, например, она достигает 110 км/ч.

Кожа у млекопитающих более толстая и эластичная, чем у животных других классов. Клетки наружного слоя — эпидермиса, постепенно снашиваясь и ороговевая, замещаются новыми, молодыми. Внутренний слой кожи — дерма — хорошо развит, в его нижней части откладывается жир. Производным эпидермиса являются нитевидные роговые образования — волосы. Волосяной покров, как и оперение птиц, — совершенное приспособление для терморегуляции. Его основу составляют тонкие, мягкие пуховые волосы, образующие подшерсток. Между ними развиты более длинные, жесткие и редкие остевые волосы, защищающие пуховые волосы и кожу от механических повреждений. Кроме того, у многих млекопитающих на голове, шее, груди и передних конечностях развиты длинные и жесткие чувствительные волосы — вибриссы. Волосяной покров периодически меняется. Периодичность и время линьки у разных видов млекопитающих различны.

Производными эпидермиса являются ногти, когти, копыта, чешуя и полые рога (например, у быков, козлов, баранов, антилоп). Костные рога оленей, лосей развиваются из внутреннего слоя кожи — дермы.

Кожные покровы снабжены железами — потовыми, сальными, пахучими, млечными. Испарение потовых выделений животного способствует его охлаждению. Сальные выделения предохраняют волосы от намокания, а кожу — от иссушения. Секреты пахучих желез позволяют особям одного вида отыскивать друг друга, метить территории, отпугивать преследователей (хорек, скунс и др.). Млечные железы выделяют молоко, которым самки выкармливают своих детенышей.

Скелет млекопитающих по строению в основном сходен со скелетом наземных позвоночных, однако имеются некоторые различия: число шейных позвонков постоянно и равно семи, череп более объемный, что связано с большими размерами головного мозга. Кости черепа срастаются довольно поздно, что обеспечивает возможность увеличения головного мозга по мере роста животного. Конечности млекопитающих построены по пятипалому типу, характерному для наземных позвоночных. Способы передвижения млекопитающих различны — ходьба, бег, лазание, полет, копание, плавание, — что отражается в строении конечностей. Так, у наиболее быстро бегающих млекопитающих число пальцев сокращено: у парнокопытных развиты два (третий и четвертый) пальца, а у непарнокопытных — один (третий). У животных, ведущих подземный образ жизни, например у крота, увеличена и своеобразно устроена кисть. Животные, способные к планированию (белки-летяги, летучие мыши), имеют удлиненные фаланги пальцев и кожистые перепонки между ними.

Пищеварительная система. Зубы сидят в ячейках челюстных костей и подразделяются на резцы, клыки и коренные. Их число и форма различны и служат важным систематическим признаком животных. У насекомоядных большое количество слабо дифференцированных зубов. Для грызунов характерно сильное развитие одной только пары резцов, отсутствие клыков и плоская жевательная поверхность коренных зубов. У хищных сильно развиты клыки, служащие для схватывания и умерщвления добычи, а коренные зубы имеют режущие жевательные вершины. У большинства видов млекопитающих зубы меняются один раз в жизни. Ротовое отверстие окружено мясистыми губами, что свойственно только млекопитающим в связи со вскармливанием молоком. В ротовой полости пища, кроме прожевывания зубами, подвергается химическому воздействию ферментов слюны, а затем последовательно переходит в пищевод и желудок. Желудок у млекопитающих хорошо обособлен от других отделов пищеварительного тракта и снабжен пищеварительными железами. У большинства видов млекопитающих желудок разделен на большее или меньшее число отделов. Наиболее сложен он у жвачных парнокопытных. Кишечник имеет тонкий и толстый отделы. На границе тонкого и толстого отделов отходит слепая кишка, в которой происходит сбраживание клетчатки. Протоки печени и поджелудочной железы открываются в полость двенадцатиперстной кишки. Скорость переваривания пищи высокая. По характеру питания млекопитающие подразделяются на растительноядных, плотоядных и всеядных.

Органы дыхания. Дышат млекопитающие легкими, которые имеют альвеолярную структуру, благодаря которой дыхательная поверхность превосходит поверхность тела в 50 раз и более. Механизм дыхания обусловлен изменением объема грудной клетки за счет движения ребер и свойственной млекопитающим особой мышцы — диафрагмы.

Кровеносная система млекопитающих принципиальных отличий от таковой у птиц не имеет. В отличие от птиц, у млекопитающих от левого желудочка отходит левая дуга аорты. Кроме того, кровь обладает большой кислородной емкостью в связи с наличием дыхательного пигмента — гемоглобина, заключенного в многочисленных мелких безъядерных эритроцитах. Благодаря высокой интенсивности процессов жизнедеятельности

и высокоразвитой системе терморегуляции в организме млекопитающих, как и у птиц, поддерживается постоянная высокая температура.

Выделение. Тазовые почки млекопитающих сходны по строению с таковыми птиц. Моча с большим содержанием мочевины оттекает от почек по мочеточникам в мочевой пузырь, а из него выходит наружу.

Головной мозг млекопитающих имеет относительно крупные размеры из-за увеличения объема полушарий переднего мозга и мозжечка. Развитие переднего мозга происходит за счет разрастания его крыши — мозгового свода, или коры мозга.

Из органов чувств у млекопитающих лучше развиты органы обоняния и слуха. Обоняние тонкое, позволяющее опознавать врагов, отыскивать пищу и друг друга. Орган слуха у большинства млекопитающих развит достаточно хорошо: кроме внутреннего и среднего отделов сформировались наружный слуховой проход и ушная раковина, усиливающая восприятие звуков. В полости среднего уха, кроме стремечка, как и у земноводных, пресмыкающихся и птиц, у млекопитающих находятся еще две слуховые косточки — молоточек и наковальня. Во внутреннем ухе развит чувствительный звуковоспринимающий кортиев орган.

Зрение для млекопитающих менее значимо, чем для птиц. Острота зрения и развитость глаз различны, что связано с условиями существования. У животных, обитающих на открытых пространствах (антилопы), глаза большие и зрение острое, у подземных видов (крот) глаза редуцированы. Функцию осязания выполняют вибриссы.

Размножение млекопитающих характеризуется внутренним оплодотворением, мелкими размерами яиц (0,05—0,2 мм), лишенных запасных питательных веществ, живорождением (за исключением немногих видов), устройством большинством видов для деторождения специальных гнезд, а также выкармливанием новорожденных молоком.

У большинства видов млекопитающих внутриутробное развитие (беременность) связано с образованием у самок плаценты (или детского места). Через плаценту устанавливается связь между кровеносными сосудами детского и материнского организмов, что позволяет осуществлять газообмен в теле эмбриона, приток питательных веществ и удаление продуктов распада.

Продолжительность внутриутробного развития у разных видов различна: от 11—13 суток (у серого хомяка) до 11 месяцев (у кита). Количество детенышей в помете также сильно варьирует: от 1 до 12—15.

У небольшой группы млекопитающих плацента не развивается, и они размножаются откладкой яиц. Но и в том и в другом случае детеныши вскармливаются молоком, которое содержит необходимые для развития органические и минеральные вещества.

После завершения молочного вскармливания связь между родителями и потомством еще некоторое время сохраняется. Она необходима для передачи индивидуального опыта родителей потомству. Пары у большинства млекопитающих образуются на один сезон размножения, реже на несколько лет (волки, обезьяны).

Происхождение млекопитающих. Предками млекопитающих были примитивные малоспециализированные палеозойские пресмыкающиеся — зверозубые. Зубы у них были дифференцированы на резцы, клыки и коренные и располагались в ячейках. В триасе одна из групп зверозубых ящеров стала приобретать черты прогрессивной организации и дала начало млекопитающим.

## 2. Млекопитающие, занесенные в Красную книгу

Насекомоядные

- Даурский ёж (*Mesechinus dauuricus*)
- Русская выхухоль (*Desmana moschata*)

- Японская мопса (*Mogera mogera*)
- Гигантская бурозубка (*Sorex mirabilis*)

#### Рукокрылые

- Малый подковонос (*Rhinolophus hipposideros*)
- Подковонос Мегели (*Rhinolophus mehelyi*)
- Большой подковонос (*Rhinolophus ferrumequinum*)
- Остроухая ночница (*Myotis blythi*)
- Трёхцветная ночница (*Myotis emarginatus*)
- Гигантская вечерница (*Nyctalus lasiopterus*)
- Обыкновенный длиннокрыл (*Miniopterus schreibersi*)

#### Грызуны

- Тарбаган (монгольский сурок) (*Marmota sibirica*)
- Прибайкальский черношапочный сурок (*Marmota camtschatica*)
- Речной бобр, западносибирский подвид (*Castor fiber*)
- Речной бобр, тувинский подвид (*Castor fiber*)
- Слепыш гигантский (*Spalax giganteus*)
- Маньчжурский цокор (*Myospalax psilurus*)
- Жёлтая пеструшка (*Eolagurus luteus*)

#### Хищные

##### Псовые

- Медновский песец (*Alopex lagopus*)
- Красный волк (*Cuon alpinus*)

##### Медвежи

- Белый медведь (*Ursus maritimus*)

##### Куны

- Солонгой забайкальский (*Mustela altaica*)
- Амурский степной хорь (*Mustela eversmanni amurensis*)
- Кавказская европейская норка (*Mustela lutreola turovi*)
- Перевязка (*Vormela peregusna*)
- Кавказская выдра (*Lutra lutra*)
- Калан (*Enhydra lutris*)

##### Кошачьи

- Кавказская лесная кошка (*Felis silvestris caucasica*)
- Камышовая кошка (*Felis chaus*)
- Манул (*Felis manul*)
- Амурский тигр (*Panthera tigris*)
- Дальневосточный леопард (*Panthera pardus*)
- Персидский леопард (*Panthera pardus saxicolor*)
- Снежный барс (*Uncia uncia*)

##### Ластоногие

- Сивуч (Северный морской лев) (*Eumetopias jubatus*)
- Морж, атлантический подвид (*Odobenus rosmarus*)
- Морж, лаптевский подвид (*Odobenus rosmarus*)
- Обыкновенный тюлень, европейский подвид (*Phoca vitulina*)
- Обыкновенный тюлень, курильский подвид (тюлень Стейнгера) (*Phoca vitulina stejnegeri* J. A. Allen, 1902)
- Кольчатая нерпа, балтийский подвид (*Phoca hispida*)
- Кольчатая нерпа, ладожский подвид (*Phoca hispida*)
- Серый тюлень, балтийский подвид (*Halichoerus grypus*)
- Серый тюлень, атлантический подвид (тевяк) (*Halichoerus grypus*)

#### Китообразные

- Атлантический белобочий дельфин (*Lagenorhynchus acutus*)
- Беломордый дельфин (*Lagenorhynchus albirostris*)
- черноморская афалина (*Tursiops truncatus*)
- Серый дельфин (*Grampus griseus*)
- Морская свинья, североатлантический подви́д (*Phocoena phocoena*)
- Морская свинья, черноморский подви́д (*Phocoena phocoena*)
- Морская свинья, северотихоокеанский подви́д (*Phocoena phocoena*)
- Малая косатка (*Pseudorca crassidens*)
- Нарвал (Единорог) (*Monodon monoceros*)
- Высоколобий бутылконос (*Hyperoodon ampullatus*)
- Клюворыл (*Ziphius cavirostris*)
- Командорский ремнезуб (Ремнезуб Стейнгера) (*Mesoplodon stejnegeri*)
- Серый кит (*Eschrichtius gibbosus*)
- Гренландский (полярный) кит (*Balaena mysticetus*)
- Японский кит (*Eubalaena japonica*)
- Горбач (*Megaptera novaeangliae*)
- Северный синий кит (*Balaenoptera musculus*)
- Северный финвал (Сельдяной кит) (*Balaenoptera physalus*)
- Сейвал (Ивасевый кит) (*Balaenoptera borealis*)

#### Непарнокопытные

- Лошадь Пржевальского (*Equus przewalskii*)
- Кулан (*Equus hemionus*)

#### Парнокопытные

- Сахалинская кабарга (*Moschus moschiferus sachalinensis*)
- Уссурийский пятнистый олень (*Cervus nippon*)
- Северный олень, лесной подви́д (*Rangifer tarandus*)
- Северный олень, новоземельский подви́д (*Rangifer tarandus*)
- Зубр, беловежский подви́д и внутривидовые гибридные формы (*Bison bonasus*)
- Дзерен (*Procapra gutturosa*)
- Амурский горал (*Nemorhaedus caudatus*)
- Безоаровый козёл (*Capra aegagrus*)
- Алтайский горный баран (аргали) (*Ovis ammon*)
- Снежный баран, путоранский подви́д (*Ovis nivicola*)
- Снежный баран, якутский подви́д (*Ovis nivicola*)

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

### 2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа).

**Тема:** Свободноживущие простейшие

**2.1.1 Цель работы:** Изучить многофункциональность свободноживущих простейших.

**2.1.2 Задачи работы:**

Многофункциональность свободноживущих простейших (строение, питание, движение, размножение, осморегуляция и др.).

**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Микроскоп «Микмед -1», монокулярный МС-1, микроскоп бинокулярный, препараты одноклеточных, пробы воды.

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

1. Изучить устройство микроскопа и правила работы с ним, записать название основных частей.

2. Освоить правила работы с микроскопом на малом, большом и иммерсионном увеличении. Рассмотреть и зарисовать строение нитей марли на малом ( $\times 5$ ,  $\times 10$ ) и каплю культуры на большом ( $\times 40$ ) увеличении.

3. Рассмотреть на малом и большом увеличении микроскопа препараты амёбы - протей, эвглены зелёной, вольвокса.

4. Зарисовать названных в п. 3 простейших, отметить все органоиды и определить функцию каждого.

5. Изучив строение и жизнедеятельность подцарства Простейшие, составьте таблицу 1.

**Таблица 1 – Характеристика представителей подцарства Простейшие**

Класс	Строение	Питание	Дыхание	Выделение	Размножение	Представители
-------	----------	---------	---------	-----------	-------------	---------------

					е	сво бо- дноживу щие	П арази тичес кие
Саркод овые							
Жгутик оносцы							
Кокцид иеобразные							
Ресничны е (инфузории)							

**Основные термины:** пелликула, сократительная вакуоль, автотрофное питание, гетеротрофное, анимальное, сапрофитное, миксотрофное питание. циноптоз, стигма, изогамия, анизогамия, гетерогамия, оогамия, копуляции, псевдоподии, хроматофор.

## 2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа).

**Тема:** Паразитические жгутиконосцы

**2.1.1 Цель работы:** Изучить особенности организации и жизненный цикл паразитических жгутиконосцев.

### 2.1.2 Задачи работы:

Под иммерсионным объективом микроскопа изучить микропрепараты лейшманий и трипаносом. Зарисовать лейшманию, трипаносому и лейшманий (жгутиковую и безжгутиковую формы).

### 2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Микроскоп «Микмед -1», монокулярный МС-1, микроскоп бинокулярный, препараты одноклеточных, пробы воды.

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

### 2.1.4 Описание (ход) работы:

1. Особенности организации отр. Кинетопластиды в связи с паразитическим образом жизни.

2. Механизмы циркуляции Кинетопластид в природе.

3. Строение опалиновых, места их локализации, жизненный цикл.

**Основные термины:** природная очаговость, трансмиссивные заболевания, протозойные заболевания, организмы-носители, инвазия, инфекция, патогенность, вирулентность, ундулирующая мембрана, кинетосома, кинетопласт, промастигота, трипаносомоз, кожный и висцеральный лейшманиоз.

## 2.3 Лабораторная работа № 3 (2 часа).

**Тема:** Тип Апикомплексы. Класс Споровики

**2.3.1 Цель работы:** Изучить особенности организации апикомплексов



### **2.3.2 Задачи работы:**

1. Изучить особенности организации и жизненный цикл кокцидий
2. Изучить особенности организации и жизненный цикл малярийного плазмодия

### **2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

### **2.3.4 Описание (ход) работы:**

На большом увеличении микроскопа рассмотреть микропрепарат мазка крови больного малярией. Найти все стадии развития малярийного плазмодия (молодой, амёбовидный, многоядерный, взрослый шизонты, гамонты).

**Основные термины:** шизогония, шизонты, мерозоиты, гаметогония, ооциста, спороциста, спорогония, спорозоиты, основной и промежуточный хозяин.

## **2.4 Лабораторная работа № 4 ( 2 часа).**

**Тема:** Итоговое занятие по теме «Подцарство одноклеточные»

**2.4.1 Цель работы:** проверить знания по пройденному материалу

### **2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

#### **Итоговое занятие по подцарству одноклеточных животных**

Вопросы коллоквиума

1. Общая характеристика простейших (отличия от многоклеточных).
2. Органеллы движения простейших. Типы движения.
3. Осморегуляторный аппарат простейших (строение, функции).
4. Типы питания простейших. Способы захвата пищи.
5. Способы размножения простейших. Типы полового процесса.
6. Типы жизненных циклов простейших.
7. Значение простейших в природных экосистемах и жизни человека.
8. Общая характеристика саркодовых.
9. Общая характеристика жгутиковых.
10. Характеристика опалиновых.
11. Значение простейших в природных экосистемах и жизни человека.
12. Протозойные заболевания человека. Меры профилактики.
13. Паразитические простейшие: дизентерийная амеба, лямблии, лейшмании, трипаномы, кокцидий, малярийный плазмодий (систематическое положение, распространение, заболевание, в каких органах, тканях или клетках паразитирует, жизненный цикл, симптомы заболевания, меры профилактики).
4. Инфузории как наиболее высокоорганизованные простейшие.

## **2.5 Лабораторная работа № 5 ( 2 часа).**

**Тема:** Тип губки

**2.5.1 Цель работы:** Изучить морфологию губок

**2.5.2 Задачи работы:**изучить клеточные элементы губок, отметить морфологические типы губок.

**2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Микроскоп монокулярный МС-1, микроскоп бинокулярный, препараты губки-бодяги.

**2.5.4 Описание (ход) работы:**

1. Пользуясь таблицами, изучить и зарисовать схему строения трихоплакса.
2. Рассмотреть морфологические типы губок (аскон,сикон,лейкон). Зарисовать клеточные элементы губок, описать их функции. Ознакомиться с внешним видом различных морских губок.

**Основные термины:** оскулум,парагастральнаяполость, аскон,сикон,лейкон, пороциты,пинакоциты, хоаноциты, колленциты,склероциты,амебоциты, археоциты,геммула,амфибластула,спикула,спонгин.

**2.6 Лабораторная работа № 6 ( 2 часа).**

**Тема:**Тип кишечнополостные

**2.6.1 Цель работы:** изучить особенности организации кишечнополостных

**2.6.2 Задачи работы:**

1. Отметить особенности организации кишечнополостныхкак настоящих многоклеточных.
- 2 Изучить клеточные элементы эктодермыиэнтодермы.
3. Изучить размножение и развитие гидры, морских гидроидныхполипов, сцифоидныхмедуз и коралловых полипов.

**2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

**2.6.4 Описание (ход) работы:**

1. Изучить строение гидры, рассмотрев тотальный препарат, продольный и поперечный срезы стебельчатойгидры. Отметить основные клеточные элементы эктодермыиэнтодермы.
2. Зарисовать продольный срез гидры. Отметить щупальца, рот, подошву, центральную полость, эктодерму,энтодерму,банальную мембрану (мезоглею), мужские гонады, яйцеклетку,почку.
3. Сделать рисунок поперечного среза гидры. Обозначить эктодермальные пителиально-мускульные клетки, стрекательные, нервные, интерстициальныеклетки, банальную мембрану, энтодермальные эпителиально-мускульные клетки, железистые клетки.
4. Пользуясь тематическими плакатами, изучите размножение кишечнополостных. Отметьте чередование поколений.

**Основные термины:** радиальная симметрия. Метагенез,планула,оральныйи аборальныйполюса, регенерация, стробила,стробилиция,эфира, мезентериальныеени, септы,сифоноглиф.

**2.7 Лабораторная работа № 7 ( 2 часа).**

**Тема:** Тип плоские черви

**2.7.1 Цель работы:** Изучить жизненные циклы плоских червей

## 2.7.2 Задачи работы:

### ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ ТРЕМЕТОД

#### 1. Определение терминов, используемых при описании жизненного цикла трематод

При описании жизненного цикла трематод употребляются специфические названия различных стадий. Эти термины приведены в таблице 1.

Табл. 1

Название различных стадий жизненного цикла трематод

<i>Термин</i>	<i>Определение</i>
Марита	
Мирацидий	
Спороциста	
Дочерняя спороциста	
Редия	
Церкарий	
Адолескарий	
Метацеркарий	
Партениты	
Гетерогония	

#### 2 Характеристика жизненных циклов трематод

Жизненные циклы трематод протекают по одинаковой главной схеме, но характеризуются различными вариантами ее осуществления.

Табл 2

Возможные пути развития яйца

Какая стадия производит	Название стадии	Возможные варианты развития	Примеры
марита	яйцо		

Табл. 3

Возможные пути развития мирацидия

<i>Какая стадия производит</i>	<i>Название стадии</i>	<i>Возможные варианты развития</i>	<i>Примеры</i>
<i>яйцо</i>	<i>мирацидий</i>		

Табл. 4

## Возможные пути развития спороцисты

<i>Название стадии</i>	<i>Название стадии</i>	<i>Возможные варианты развития</i>	<i>Примеры</i>
мирацидий	спороциста		

Табл. 5

## Возможные пути развития дочерней спороцистыредии

<i>Название стадии</i>	<i>Название стадии</i>	<i>Возможные варианты развития</i>	<i>Примеры</i>
спороциста	дочерняя спороциста		
	редия		

Табл. 6

## Возможные пути развития церкария

<i>Название стадии</i>	<i>Название стадии</i>	<i>Возможные варианты развития</i>	<i>Примеры</i>
спороциста	церкарий		

## 3. Характеристика различных стадий жизненного цикла трематод

Как было показано ранее, жизненный цикл трематод весьма сложен и включает разные стадии. Эти стадии делятся на стадии, способные к размножению, личиночные стадии, к размножению не способные.

Табл. 7

## Характеристика стадий жизненного цикла трематод, способных к размножению

<i>Название стадии</i>	<i>Особенности морфологии и биологии</i>	<i>способ размножения</i>
марита		

спороциста		
дочерняя спороциста		
редия		

Табл. 8

Характеристика личиночных стадий жизненного цикла трематод

<i>Признаки</i>	<i>Мирацидий</i>	<i>Церкарий</i>
Способность к движению		
Органы, обеспечивающие движение		
Эволюционный статус органов движения		
Питание		

#### 4 Жизненные циклы разных видов трематод

Жизненные циклы разных видов трематод различаются не только по набору и строению стадий жизненного цикла, но и по набору хозяев (окончательный, первый и второй промежуточные). Жизненные циклы некоторых охарактеризованы в таблице

Табл. 9

Жизненные циклы некоторых видов трематод

Вид трематод	Окончат. хозяин	Локализация паразитов	Первый промежуточный хозяин	Где инцистируется церкарий	Второй промежуточный хозяин	Путь заражения окончат. хозяина
<i>Fasciola hepatica</i>						
<i>Opisthorchis feltoeus</i>						
<i>Dicrocoelium lanceatum</i>						
<i>Schistosoma haematobium</i>						

4. Изучив основные классы плоских червей, заполните таблицу 10.

Таблица 10

**Характеристика плоских червей**

Признак	Класс Турбеллярии	Класс Трематоды	Класс Цестоды	Класс Моногенеи
Царство				
Подцарство				
Тип				
Строение				
Пищеварительная				
Нервная				
Дыхательная				
Выделительная				
Половая				
Развитие				
Основные хозяева				
Промежуточные хозяева				
Вызываемые заболевания				

**2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Микроскоп монокулярный МС-1, влажные препараты цестод

**2.7.4 Описание (ход) работы:**

1. На малом увеличении рассмотреть тотальный препарат молочной планарии. Зарисовать схему строения систем органов молочной планарии.

2. На малом увеличении рассмотреть тотальные препараты печеночного сосальщика и ланцетовидной двуустки. Рассмотреть системы внутренних органов, изучить их строение.

3. Зарисовать сосальщика со всеми системами органов и схему жизненного цикла. Ознакомиться с разнообразием иморфологическими особенностями дигенетических сосальщиков.

4. Используя таблицы, изучить особенности внутреннего строения и жизненные циклы свиного цепня и эхинококка. Зарисовать головку, незрелые, гермафродитные и зрелые членики бычьего и свиного цепней.

5. Зарисовать схемы жизненного цикла свиного цепня и широкого лентеца.

6. Заполнить таблицу.

**Основные термины:** билатеральная симметрия, мезодерма, кожно-мускульный мешок, ортогон, протонефридии, мерцательные клетки, желточники, партеногенез, мирацидий, спороциста, редия, церкария, адолескарий, метацеркарий, марина, гетерогония, фасциолез, описторхоз, шистосоматоз, половой диморфизм, сколекс, шейка, проглоттиды, ботрии, стробила, финна, финнозное мясо, вооруженный и невооруженный цепень.

## **2.8 Лабораторная работа № 8 ( 2 часа).**

**Тема:** Тип круглые черви

**2.8.1 Цель работы:** изучить особенности организации круглых червей как первичнополостных животных.

### **2.8.2 Задачи работы:**

1. Изучить особенности организации круглых червей как первичнополостных животных, строение кожно-мускульного мешка и систем органов.
2. Изучить Жизненные циклы паразитических круглых червей.

### **2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Микроскоп «Микмед -1», монокулярный МС-1, микроскоп бинокулярный, влажные и фиксированные препараты круглых червей

### **2.8.4 Описание (ход) работы:**

1. Рассмотреть влажные препараты аскариды. Отметить особенности внешнего строения и половой диморфизм.
2. Ознакомиться с методикой вскрытия аскариды. Произвести вскрытие. Зарисовать схему строения внутренних органов.
3. Рассмотреть поперечный срез аскариды. Зарисовать, отметив детали строения и первичную полость тела.
4. Ознакомиться с многообразием паразитических нематод. Зарисовать схему жизненного цикла человеческой аскариды, острицы, трихинеллы, анкилостомы, ришты.

**Основные термины:** кутикула, гиподерма, первичная полость тела, эпидермальные железы, фагоцитарные клетки, схизоцель, гидроскелет, хвостовой отдел, геогельминты, биогельминты, аутоинвазия.

## **2.9 Лабораторная работа № 9 ( 2 часа).**

**Тема:** Тип кольчатые черви

**2.9.1 Цель работы:** изучить особенности организации кольчатых червей как вторичнополостных высокоорганизованных животных.

### **2.9.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть особенности организации кольчатых червей как вторичнополостных высокоорганизованных животных.
2. Изучить особенности организации почвенных олигохет в связи с образом жизни.
3. Отметить особенности организации пиявок в связи с полупаразитическим образом жизни.

### **2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Микроскоп «Микмед -1», монокулярный МС-1, микроскоп бинокулярный, влажные и фиксированные препараты кольчатых червей

### **2.9.4 Описание (ход) работы:**

1. Рассмотреть влажные препараты многощетинковых червей. Зарисовать строение головного отдела нереиды.
2. Рассмотреть особенности внутреннего строения и зарисовать поперечный срез тела многощетинкового червя.
3. На живом материале изучить внешнее строение дождевого червя. Рассмотреть движение дождевого червя.

**Основные термины:** метамерия, гомономная и гетерономная сегментация, цефализация, пальцы, аккомодация, параподии, пигидиум, целом,

мезентерий, диссепимент, метанефридии, целомодукты, нервная система лестничного типа, брюшная нервная цепочка, жабры, трохофора, замкнутая кровеносная система, дыхательные пигменты: гемоглобин, гемоцианин, хлорокруорин, поясок, известковые железы, кокон, семенные пузыри, семяприемник, наружное оплодотворение, диффузное дыхание, зоб, лакунарная система, гирудин, субституция.

## 2.10 Лабораторная работа № 10 ( 2 часа).

**Тема:** Итоговое занятие по темам: «Тип круглые черви», «Тип кольчатые черви»

**2.10.1 Цель работы:** проверить знания по пройденной теме

**2.10.2 Задачи работы:**

### 1. Вопросы коллоквиума:

1. Прогрессивные черты организации плоских червей по сравнению с низшими многоклеточными животными.
2. Прогрессивные черты организации круглых червей по сравнению с плоскими червями.
3. Прогрессивные черты организации кольчатых червей по сравнению с плоскими и круглыми червями.
4. Эволюция полости тела червей.
5. Эволюция пищеварительной системы червей.
6. Особенности дыхания плоских, круглых и кольчатых червей.
7. Эволюция нервной системы изученных многоклеточных животных. Органы чувств червей.
8. Эволюция выделительной системы плоских, круглых и кольчатых червей.
9. Эволюция половой системы червей.
10. Особенности организации плоских и круглых червей, связанные с паразитизмом.
11. Типы жизненных циклов плоских и круглых червей. Плоские и круглые черви — паразиты человека и животных.

**2.01.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

**2.10.4 Описание (ход) работы:**

**Изучив строение плоских, круглых и кольчатых червей, заполните таблицу 1.**

Таблица 1

Характеристика представителей трех типов червей

Признак	Плоские черви			Круглые черви	Кольчатые черви		
	турбеллярии	трематоды	цестоды	нематоды	полихеты	олигохеты	пиявки
1	2	3	4	5	6	7	8
Царство							
Подцарство							
Тип							
Форма тела							
Полость тела							
Строение кожно-мускульного мешка							
Органы							



движения							
Пищеварительная система							
Кровеносная система							
Органы дыхания							
Нервная система							
Выделительная система							
Половая система							

## 2.11 Лабораторная работа № 11 (2 часа).

**Тема:** Тип моллюски

**2.11.1 Цель работы:** изучить особенности организации моллюсков

**2.11.2 Задачи работы:**

1. Изучить морфологию моллюсков, строение раковины.
2. Отметить особенности строения брюхоногих, связанные с асимметрией, особенности организации двусторчатых моллюсков в связи с малоподвижным донным образом жизни, прогрессивные черты строения головоногих.

**2.11.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран). Коллекции двусторчатых моллюсков

**2.11.4 Описание (ход) работы:**

1. Зарисовать внешнее строение и схему внутреннего строения брюхоногих.
2. Рассмотреть особенности строения, зарисовать органы мантийной полости и схему внутреннего строения.
3. Используя рисунки и таблицы, изучить особенности морфологии и анатомии головоногих.

**Основные термины:** асимметрия, радула, легкое, велигер, гермафродитная железа, печень, почки, окологерцевая сумка, кровеносная система незамкнутого типа, остракум, периостракум, гипостракум, мантия, мантийная полость, мантийный комплекс органов, мышцы - замыкатели, октенидии, осфрадии, лигамент, замок, жаберный и клоакальный сифоны, биссусная железа, глохидий, щупальца, воронка, запонки, роговые челюсти, чернильный мешок, головной мозг, гектокотиль, реактивное движение, хрящевая ткань.

## 2.12 Лабораторная работа № 12 (2 часа).

**Тема:** Тип Членистоногие

**2.12.1 Цель работы:** изучить особенности организации ракообразных

**2.12.2 Задачи работы:**

1. Отметить общие черты строения низших раков.
2. Изучить систематику ракообразных.
3. Изучить особенности организации высших раков. Внешнее и внутреннее строение речного рака.

**2.12.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Монокулярный МС-1, микроскоп бинокулярный, коллекции насекомых

#### **2.12.4 Описание (ход) работы:**

1. На влажных препаратах и микропрепаратах рассмотреть особенности строения представителей различных отрядов ракообразных.
2. Зарисовать конечности (19 пар) ракообразных.  
Рассмотреть строение органа равновесия речного рака.
3. Рассмотреть и зарисовать схему строения систем органов.
4. Ознакомиться с многообразием ракообразных.

**Основные термины:** кутикула, хитин, карапакс, фурка, антенны, антеннулы, двуветвистые конечности, тельсон, мандибулы, максиллы, максиллоподы, уropоды, миксоцель, гемолимфа, кардиальный и риторический отделы желудка, жевательные пластинки, остии, фасетированные глаза, омматидии, антеннальные железы, науплиус, зоеа.

### **2.13. Лабораторная работа № 13 ( 2 часа).**

**Тема:** П/тип Хелицеровые, П/тип Трахейные

**2.13.1 Цель работы:** изучить особенности организации паукообразных как наземных животных. Связь строения кровеносной и дыхательной систем у паукообразных.

#### **2.13.2 Задачи работы:**

1. Дать общую характеристику насекомым, отметить особенности внешнего строения и сегментации тела насекомых, видоизменения конечностей и крыльев.
2. Отметить особенности анатомического строения насекомых как высших наземных беспозвоночных.
3. Изучить размножение и развитие насекомых. Типы метаморфоза.

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Монокулярный МС-1, микроскоп бинокулярный, коллекции насекомых, коллекции иглокожих

#### **2.13.4 Описание (ход) работы:**

1. На влажных препаратах изучить строение паука-крестовика и скорпиона. Рассмотреть хелицеры и педипальпы, отделы тела, строение и количество ходильных ног. Зарисовать внешнее строение пестрого скорпиона.
2. Ознакомиться с анатомией паукообразных. Зарисовать схему внутреннего строения паука-крестовика.

#### **Задание:**

1. На коллекционном материале изучить внешнее строение различных систематических групп насекомых. Рассмотреть особенности строения ротового аппарата, сяжек, ходильных ног и крыльев.
2. Зарисовать схему строения систем внутренних органов.
3. Используя таблицы, изучить типы яиц и кладок насекомых, типы личинок и куколок. Рассмотреть коллекции насекомых с полным и неполным метаморфозом. Определить у насекомых с неполным превращением черты сходства личинок различных возрастов и имаго, имфой, наядой.

Таблица 1

Характеристика представителей типа Членистоногие

Признак	Ракообразные	Паукообразные		Насекомые
		Пауки	Клещи	
Царство				
Подцарство				
Тип				
Форма тела				
Расчленение тела				
Конечности				
Пищеварительная система				
Кровеносная система				
Органы дыхания				
Нервная система				
Выделительная система				
Половая система				

**Основные термины:** эпикуттикула, сяжки, верхняя и нижняя губа, челюсти, губные и челюстные щупики, гипофаринкс, элитры, грифельки, церки, тазик, вертлуг, бедро, голень, лапка, яйцеклад, жало, пилорически придатки, жировое тело, грибовидные тела, сенсилла, тимпанальный орган, трахейные жабры, гемиметаболия, голометаболия, нимфа, камподеовидные, гусеницеобразные, червеобразные личинки, провизорные органы, открытые куколки, покрытые куколки, гистолиз, гистогенез, диапауза, стадия покоя.

#### **2.14 Лабораторная работа № 14 ( 2 часа).**

**Тема:** Тип Хордовые

**2.14.1 Цель работы:** изучить особенности организации хордовых животных

**2.14.2 Задачи работы:** изучить особенности организации хордовых на примере ланцетника

##### **2.14.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Моноккулярный МС-1, микроскоп бинокулярный, тематические плакаты

##### **2.14.4 Описание (ход) работы:**

1. Изучите внешнее строение ланцетника (форма, величина, окраска)
2. Изучить внутреннее строение (мускулатура, нервная система, половая система).

#### **2.15 Лабораторная работа № 15 ( 2 часа).**

**Тема:** Тип Хордовые, подтип Бесчерепные

**2.15.1 Цель работы:** Изучить особенности организации подтипа Бесчерепных

##### **2.15.2 Задачи работы:**

1. Определить систематическое положение ланцетника обыкновенного.
2. Изучить внутреннее строение бесчерепных

### **2.15.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

### **2.15.4 Описание (ход) работы**

1. Определить систематическое положение ланцетника обыкновенного.
2. Зарисовать схему кровеносной системы, нервной системы ланцетника.
3. Самостоятельная работа по теме лекции «Тип Хордовые»

**Контрольные вопросы:** метаплевральные складки, атриальная полость, атриопор, эндостиль, хорда, нервная трубка, невроцель, миохордальный комплекс.

### **2.16 Лабораторная работа № 16 ( 2 часа).**

**Тема:** Подтип Личиночно-хордовые. Особенности организации асцидии, морфология, анатомия, размножение, развитие

**2.16.1 Цель работы:** Изучить особенности организации асцидии, морфология, анатомия, размножение, развитие.

#### **2.16.2 Задачи работы:**

1. Изучить систематику личиночно-хордовых
2. Изучить особенности строения личиночно-хордовых

### **2.16.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

### **2.16.4 Описание (ход) работы**

1. Определить систематическое положение оболочников.
2. Изучить признаки внешнего и внутреннего строения (Форма, величина, мускулатура, системы органов).
3. Зарисовать внутреннее строение асцидии, сальпы, аппендикулярии).

**Контрольные термины:** гастрозоиды, гонозоиды, зооцид асцидиеподобный, ловчая сеть, метагенез, мономорфные, полиморфные колонии, неотения, почкородные столбдоны, почечные пузырьки, субневральная железа, фороциты, форозоиды, форетическая личинка, элеобласт, туника, ротовой, анальный сифон, кожно-мускульный мешок.

### **2.17 Лабораторная работа №17 (2 часа).**

**Тема:** Подтип Позвоночные. Надкласс Бесчелюстные. Класс Круглоротые. Основные отличительные признаки позвоночных животных

**2.17.1 Цель работы:** Изучить основные отличительные признаки позвоночных животных

#### **2.17.2 Задачи работы:**

1. Изучить особенности строения бесчелюстных на примере миноги.
2. Изучить внутреннее строение круглоротых.

### **2.17.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

### **2.17.4 Описание (ход) работы:**

1. Изучить особенности строения скелета миноги.

2. Рассмотреть внешние признаки круглоротых на примере миноги.
3. Изучить общую топографию внутренних органов.
4. Зарисовать внешний вид миноги, скелет миноги.

**Контрольные вопросы:** жаберные мешки, дыхательная трубка, непарная ноздря, боковая линия, жаберные отверстия, «роговые зубы», черепно-мозговые нервы.

## **2.18 Лабораторная работа № 18 ( 2 часа).**

**Тема:** Надкласс Рыбы. Общие отличительные черты во внешности, органах движения, кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения. Класс Хрящевые рыбы. Класс Костные рыбы

**2.18.1 Цель работы:** Изучить общие отличительные черты во внешности, органах движения, кровообращения, дыхания, пищеварения, выделения.

### **2.18.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть внешнюю организацию акулы и ската (покровы, плавники, жаберные отверстия).
2. Изучить общую топографию внутренних органов их строение и функцию.

### **2.18.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Микроскоп «Микмед -1», монокулярный МС-1, микроскоп бинокулярный, препаровальные иглы, кювета, ножницы, речной окунь

### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

1. Рассмотреть общий план строения скелета.
2. Изучить скелет плавников  
А) непарных плавников;  
Б) парных плавников.
3. Зарисовать схему строения костной рыбы, схема строения черепа (вид сбоку), скелет грудных и брюшных плавников.
4. Зарисовать внешнее строение акулы и ската (со спиной и брюшной стороны).

**Основные термины:** брызгальце, плакоидная чешуя, гетероцеркальный хвостовой плавник, полужабра, жабра, двенадцатиперстная кишка, спиральный клапан, жаберные лепестки, жаберная перегородка, артериальный конус, метанефридии, вольфов и мюллеровы каналы.

## **2.19 Лабораторная работа № 19 ( 2 часа).**

**Тема:** Надкласс Четвероногие. Класс Земноводные. Особенности строения. Особенности развития различных экологических групп

**2.19.1 Цель работы:** изучить особенности строения. Особенности развития различных экологических групп.

### **2.19.2 Задачи работы:**

1. Зарисовать: внешний вид лягушки, ротовую полость, схему кровеносной системы, общее расположение внутренних органов, мочеполовую систему самца и самки.
2. Ответить на тестовые вопросы исходного контроля.

### **2.19.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

### **2.19.4 Описание (ход) работы:**

1. Характерные черты земноводных.
2. Назовите прогрессивные изменения скелета.
3. Назовите отделы пищеварительного тракта лягушки.
4. Описать два круга кровообращения земноводных.
5. Какие пять отделов можно выделить в сердце лягушки.
6. Каким образом сказался выход амфибий на сушу на характере водно-солевого отдела.

**Контрольные термины:** брызгальце, амplexус, неотения, икра, метаморфоз, паротиды, сперматофор, резонаторы.

### **2.20 Лабораторная работа № 20 (2 часа).**

**Тема:** Систематика амфибии: определение до вида. Коллоквиум по амфибиям

**2.20.1 Цель работы:** научиться определять до вида представителей земноводных

**2.20.2 Задачи работы:** научиться работать с определителями земноводных

### **2.20.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

### **2.20.4 Описание (ход) работы:**

1. Ознакомиться с особенностями строения скелета земноводных.
2. Изучить особенности строения органов движения, пищеварения.
3. Ознакомиться с особенностями развития земноводных.
4. Контрольная работа.

### **2.21 Лабораторная работа № 21 ( 2 часа).**

**Тема:** Класс Пресмыкающиеся. Особенности строения покровов, скелета, систем органов, размножения. Особенности развития

**2.21.1 Цель работы:** изучить особенности строения покровов, скелета, систем органов, размножения.

**2.21.2 Задачи работы:** изучить внешнее и внутренне строение пресмыкающихся на примере ящерицы

### **2.21.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

### **2.21.4 Описание (ход) работы:**

1. Познакомится с особенностями внешнего облика ящерицы.
2. Ознакомиться с общим расположением внутренних органов.
3. Зарисовать: внешний вид ящерицы, общее расположение внутренних органов, схему кровеносной системы, мочеполовую систему самца и самки.

## **2.22 Лабораторная работа № 22 (2 часа).**

**Тема:** Систематика рептилий: определение до семейства

**2.22.1 Цель работы:** научиться определять систематическое положение вида.

**2.22.2 Задачи работы:** Определить систематическое положение рептилий

### **2.22.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

### **2.22.4 Описание (ход) работы:**

1. Работа с влажными препаратами и определителями.
2. Контрольная работы по теме «Пресмыкающиеся»

## **2.23 Лабораторная работа № 23 (2 часа).**

**Тема:** Класс Птицы. Общие отличительные признаки во внешности, органах движения, покровах, скелете, органах дыхания, кровообращения, пищеварения и выделения в связи с полетом

**2.23.1 Цель работы:** изучить особенности организации класса Птицы

**2.23.2 Задачи работы:** изучить общие отличительные признаки во внешности, органах движения, покровах, скелете, органах дыхания, кровообращения, пищеварения и выделения в связи с полетом

### **2.23.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран), скелет голубя

### **2.23.4 Описание (ход) работы:**

1. Познакомится с особенностями внешнего вида птицы.
  2. Рассмотреть особенности строения.
  3. Зарисовать: внешний вид птицы, схему строения пера, крыла, общее расположение внутренних органов, схему кровеносной системы, мочеполовую систему.
- **Основные термины:** очин, птерилии, аптерии, опахало, борожки, восковица, цевка, безымянные артерии, голосовая перепонка, козлук, зоб, клоака.

## **2.24 Лабораторная работа № 24 (2 часа).**

**Тема:** Надотряд Типичные или Новонесные птицы. Особенности строения скелета, органов движения и пищеварения основных систематических групп. Особенности развития птиц. Систематика птиц: определение до отряда. Коллоквиум по птицам.

**2.24.1 Цель работы:** Особенности строения скелета, органов движения и пищеварения основных систематических групп. Особенности развития птиц.

### **2.24.2 Задачи работы:**

1. Ознакомиться с особенностями строения скелета птиц.
2. Изучить особенности строения органов движения, пищеварения.
3. Ознакомиться с особенностями развития птиц.

### **2.24.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

### **2.24.3 Описание (ход) работы:**

1. Перечислите признаки сходства строения и образа жизни птиц и рептилий.

2. Значение воздушных мешков.
3. Перечислите признаки отличий строения и образа жизни птиц от пресмыкающихся.
4. Особенности строения пера.
5. Особенности строения желудка птиц.

### **2.25 Лабораторная работа № 25 (2 часа).**

**Тема:** Класс Млекопитающие. Общие отличительные признаки во внешности, органах движения, покровах, органах дыхания, кровообращения, пищеварения и выделения млекопитающих

**2.25.1 Цель работы:** изучить общие отличительные признаки во внешности, органах движения, покровах, органах дыхания, кровообращения, пищеварения и выделения млекопитающих

**2.25.2 Задачи работы:** изучить особенности организации, размножения и развития млекопитающих

#### **2.25.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

#### **2.25.4 Описание (ход) работы:**

1. Изучить особенности организации и образа жизни млекопитающих.
2. Зарисовать головной мозг, схему строения уха млекопитающих.

**Контрольные термины:** гомойтермия, эпидермис, собственно кожа (кутис), автотрофия, диафрагма, предротова́я полость, мочево́й пу́зырь, наковальня, стремя, парнокопытные, сетка, сычуг, книжка, нефрон, мальпигиев клубочек, тазовые почки, петля Генле, собирательные трубочки, почечные сосочки, мочево́й синус, реабсорбция, первичная моча, защёчные мешки, пуховые волосы, остевые волосы.

### **2.26 Лабораторная работа № 26 ( 2 часа).**

**Тема:** Подкласс Первозвери. Отряд Однопроходные. Особенности организации, размножения и развития. Подкласс Настоящие звери. Инфракласс Низшие звери. Отряд Сумчатые. Отличительные черты организации сумчатых, особенности развития

**2.26.1 Цель работы:** изучить отличительные черты организации сумчатых, и их особенности развития.

#### **2.26.2 Задачи работы:**

1. Дать характеристику подклассу первозвери.
2. Ознакомиться с особенностями организации, размножения, развития плацентарных.

#### **2.26.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

#### **2.26.4 Описание (ход) работы:**

1. Систематика класса Млекопитающие.



## 2. Особенности организации и развития сумчатых животных

### 2.27 Лабораторная работа № 27 (2 часа).

**Тема:** Инфракласс Высшие звери. Общая характеристика плацентарных. Особенности организации, размножения, развитие плацентарных. Отличительные признаки основных систематических групп. Итоговое занятие по классу млекопитающие

**2.27.1 Цель работы:** изучить особенности организации, размножения, развития плацентарных.

**2.27.2 Задачи работы:**изучить отличительные признаки основных систематических групп.

#### 2.27.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

Мультимедийное оборудование (проектор, компьютер, экран).

#### 2.27.4 Описание (ход) работы:

1. Общая характеристика млекопитающих
2. . Особенности организации, размножения, развитие плацентарных.
3. Основные систематические группы
4. Контрольная работа по теме «Млекопитающие»

## 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Не предусмотрено РУП

## 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Не предусмотрено РУП